



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

**Normatividad Oficial Mexicana en Materia de Tratamiento
de Aguas Residuales como Instrumento Jurídico para la
Gestión Integral de los Recursos Hídricos, 2013**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

Salathiel Reyes Rebollar

DIRECTORES DE TESIS:

M en D. M. Emma González Carmona

Dr. en C. Huemantzin Balan Ortiz Oliveros

Abril 2014

“Sin oro podemos vivir, sin agua no”

Vox Populi



Agradezco infinitamente y dedico esta Tesis:

*A Dios, a la UAEM, a mi madre Ma. del Socorro,
a mi padre Alfredo, a mis dos grandes amores,
fuente inagotable de inspiración: Dana y Mony,
a mis directores Emma y Balan, y a Mapi.*



Índice

Resumen.....	7
Abstract	9
Introducción	11
Pregunta de investigación	11
Objetivos	12
General.....	12
Específicos	12
Metodología.....	13
Método de investigación.....	14
Capítulo 1. Evolución de las normas oficiales mexicanas en materia de agua	16
1.1 Aspectos preliminares de las normas oficiales mexicanas.....	16
1.1.1 De las normas.....	16
1.1.2 De los tipos de normas.....	16
1.1.3 De las normas jurídicas	18
1.1.4 De la jerarquía de las normas jurídicas	18
1.2 De las Normas Oficiales Mexicanas.....	21
1.2.1 Antecedentes de las Normas Oficiales Mexicanas.....	22
1.2.3 Del origen y fundamento jurídico de las Normas Oficiales Mexicanas.....	24
1.2.4 De la normalización	25
1.2.5 De las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental	28
1.2.6 Programa Nacional de Normalización 2013.....	31
1.2.7 Comisión Nacional de Normalización.....	32
1.2.8 Comités Consultivos de Normalización Nacional.....	33
1.2.9 Programa Nacional de Normalización 2013 en materia de aguas residuales.....	37
1.3 El agua	39
1.3.1 ¿Qué es el agua?	39
1.3.2 El agua como elemento abiótico.....	40
1.3.3 El ciclo del agua.....	42
1.3.4 El agua como elemento integrador de los procesos funcionales del ecosistema	43
1.3.4.1 Humedad atmosférica.....	43



1.3.4.2 Lluvia	44
1.3.4.3. Humedad en el suelo.....	45
1.3.4.4. Agua en las plantas.....	46
1.3.4.5 Escorrentía	46
1.3.4.6 Agua en la superficie del suelo.....	47
1.3.5 Como elemento vital.....	48
1.3.6 Como recurso natural.....	49
1.3.7 Suministros de agua	50
1.4 De las aguas residuales.....	51
1.4.1 Determinación de la calidad de las aguas residuales	53
1.4.1.1 Métodos físico-químicos	53
1.4.1.2 Métodos biológicos.....	53
1.4.2 Efectos de la contaminación por las aguas residuales	54
1.5 Marco Jurídico Vigente de las Aguas Residuales en México	60
1.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	61
1.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	62
1.5.3 Ley de Aguas Nacionales	63
1.5.4 Síntesis del marco jurídico vigente en materia de tratamiento de aguas residuales	66
1.6 La gestión integral de los recursos hídricos	68
1.6.1 De la definición de gestión	69
1.6.2 De la gestión ambiental.....	69
1.6.3 De la gestión integral de los recursos hídricos.....	71
1.6.4 Alcances de la Normatividad Oficial Mexicana y del agua	73
Capítulo 2. Relación de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales con la gestión integral del recurso hídrico.....	75
2.1 De las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental	75
2.3 Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996.....	84
2.4 Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996	110
2.5 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997	120
2.6 Alcances de la relación Normatividad Oficial Mexicana en materia de Aguas Residuales respecto a la gestión integral del recurso hídrico	125
Resultados	127



Resultados: Normatividad Oficial Mexicana como instrumento jurídico que promueven la gestión integral del recurso hídrico: alcances y límites	127
Discusión	129
Discusión: Normatividad Oficial Mexicana como instrumento jurídico que promueven la gestión integral del recurso hídrico: alcances y límites	129
Conclusiones	131
Recomendaciones	133
Bibliografía	135
Anexos	138
Ordenamientos Jurídicos	138
Glosario	139
Abreviaturas	143



Resumen

El trabajo que se presenta, se enfoca en el análisis de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales, con la idea de identificar la pertinencia el instrumento jurídico en materia de tratamiento de aguas residuales en la gestión integral de los recursos hídricos. Para ello se establecen tres capítulos que integran el trabajo. A continuación se exponen *grosso modo* el contenido de cada uno de éstos.

En el capítulo 1 se aborda la evolución de las normas oficiales mexicanas en materia de agua a través de los siguientes temas: De las normas, de los tipos de normas, de las normas jurídicas, de la jerarquía de las normas jurídicas, del marco jurídico de las aguas residuales, de las normas oficiales mexicanas, del origen y fundamento jurídico de las normas oficiales mexicanas, de la normalización, de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, del Programa Nacional de Normalización 2013, de la Comisión Nacional de Normalización, de los Comités Consultivos de Normalización, del Programa Nacional de Normalización 2013 en materia de aguas residuales, del agua, ¿Qué es el agua?, el agua como elemento abiótico, del ciclo del agua, del agua como elemento integrador de los procesos funcionales del ecosistema, como elemento vital, como recurso natural, suministros de agua, de las aguas residuales, de la determinación de la calidad de las aguas residuales, y de la gestión integral de los recursos hídricos,

El segundo capítulo tiene por objeto identificar la relación de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales respecto a la gestión integral del recurso hídrico para lograr con este cometido se establecieron los siguientes temas; de las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales, análisis de la NOM-001-SEMARNAT-1996, análisis de la NOM-002-SEMARNAT-1996 y análisis de la NOM-003-SEMARNAT-1997. Cabe decir que la estructura para los análisis de las normativas incluye: Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación; autoridad que emite; fundamento jurídico; objeto jurídico; excepciones



de aplicación; referencias; límites máximos permisibles; métodos de prueba; verificación; grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales; observancia de la norma y modificaciones históricas de la norma. Además, el presente capítulo en su parte final comprende los alcances de la relación Normatividad Oficial Mexicana en materia de aguas residuales respecto a la gestión Integral de los recursos hídricos.

Por último, se ejercita una reflexión sobre el resultado del análisis realizado en los capítulos precedentes, identificando con ello los alcances y limitaciones.

Entonces, con base en este desarrollo es posible responder a la pregunta de investigación que se plantea en el presente trabajo: ¿Es la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales un instrumento jurídico que promueve la gestión integral de los recursos hídricos?



Abstract

The work presented aims at an analysis of the Mexican Official Norms on wastewater treatment , to identify whether it is a legal instrument that promotes the integrated management of water resources , to do three chapters were set up research in question, which is then roughly expose the contents of each one of these.

Standards, the types of rules, legal rules, hierarchy: In Chapter 1 the evolution of the official Mexican standards addressed in water to achieve this commitment discusses the of legal norms , the legal framework of the wastewater, the official Mexican standards , origin and legal basis of the official Mexican standards , standardization of the official Mexican environmental standards , the National standardization Program 2013 National Standardization Committee of the Consultative Committees for Standardization, the National Standardization Program 2013 on sewage, water , what is the water? , water as Abiotic element , water Cycle , water as integrator of functional processes in the ecosystem, as a vital element , as a natural resource , water supply , wastewater , determination of the quality of the wastewater , and the Integrated Management of water Resources.

The second chapter is to identify the relationship of the Mexican Official Norms on wastewater treatment on comprehensive management of water resources to achieve this task stops the following topics were established by the Mexican Official Standards on environmental issues, Official Mexican Standards in wastewater analysis NOM- 001- SEMARNAT- 1996, Analysis of the NOM- 002- SEMARNAT- 1996 and Analysis of NOM -003- SEMARNAT- 1997. It is noteworthy that the structure for the analysis of the previously mentioned regulations is as follows : Date of publication in the Official Gazette ; issuing authority ; legal basis; Legal object; application exceptions ; references; maximum permissible limits ; methods testing , verification , degree of concordance with international standards and recommendations ; observance of the rule and historical changes of the standard. It is noteworthy that this chapter in its final part covers the scope of the



Official Mexican Norms relationship in respect Wastewater Comprehensive management of water resources.

Finally, in this part is carried out and the results analysis and discussion of the subject belongs to us, in turn, this chapter is made up of the following subjects: results, discussion, conclusions and recommendations. With all the above, we are in a position to answer the research question posed in this paper: Is the Mexican Official Norms on wastewater treatment a legal instrument that promotes the integrated management of water resources?



Introducción

Desde el propio origen de la humanidad, el agua, como elemento abiótico, ha sido condicionante vital de la existencia y desarrollo de nuestra especie y de la vida en general; por ello se explica que las más grandes civilizaciones antiguas se ubicaran cerca de cuerpos de agua. Así, este elemento vital ha sido el sustento alimenticio, medio de transporte, base de todas las actividades económicas y fuente de inspiración de todas las expresiones del arte, pero hoy peligra por sus condiciones de deterioro y contaminación.

Las formas de manejo y aprovechamiento del recurso hídrico y su evidente contaminación y/o deterioro muestran la inconciencia y desconocimiento de las condiciones de calidad y cantidad del agua, quizá porque se le consideró por mucho tiempo como un recurso finito o como justificación de su superioridad como especie para usar y desechar sin ninguna consideración. Pese a esta tendencia de comportamiento y dada su disponibilidad en cantidad y calidad, los gobiernos y ciudadanía se ven obligados a responsabilizarse por el manejo y su consiguiente cuidado, pues los efectos, además de la salud, se han extendido al resto del medio ambiente.

Así, los compromisos por el cuidado y manejo se ven reflejados en el sistema jurídico de las sociedades. En tal sentido, el presente trabajo da cuenta de las particularidades normativas para el cuidado y uso de este recurso, referido a las aguas residuales, porque éstas son la expresión evidente de su manejo.

Es por eso que se plantea la siguiente pregunta de investigación.

Pregunta de investigación

¿Es la normatividad oficial mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales un instrumento jurídico que promueve la gestión integral del recurso hídrico?



Objetivos

General

Analizar la evolución de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de tratamiento de Aguas Residuales para dar cuenta de la promoción como instrumento jurídico en la gestión integral de los recursos hídricos.

Específicos

1. Analizar la normatividad oficial mexicana vigente en materia de tratamiento de aguas residuales.
2. Describir la relación que guardan las Normas Oficiales Mexicanas con la gestión integrada del recurso hídrico.
3. Mostrar los alcances y límites del conjunto de Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales como instrumento jurídico que promueve la gestión integrada del recurso hídrico.



Metodología

El enfoque del presente trabajo se ubica en el marco de la investigación no experimental cualitativa, toda vez que se realiza sin manipular deliberada de las variables. De acuerdo con Sampieri (2006): “se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”. Por lo que se observan los fenómenos tal como se presentan en la realidad para después analizarlos. Desde esta perspectiva y tal y como señalan Kerlinger y Lee (2002): “En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o los tratamientos”.

Por ende, este trabajo de investigación está orientado por los estudios de alcance descriptivo, ya que según Sampieri (2006): “Los estudios descriptivos miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar”. En un estudio de este tipo, se selecciona una serie de variables y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para con ello describir su comportamiento. Por su parte Dankhe (1989), indica que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”.

Asimismo el trabajo de investigación en curso es longitudinal, al respecto, Sampieri (2006) menciona que “los diseños de investigación longitudinal o evolutiva recolectan datos través del tiempo en periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos por lo común se especifican de antemano.

Por lo tanto, este trabajo representa un estudio de alcance descriptivo de investigación no experimental cualitativo de diseño longitudinal.

Asimismo, el instrumento metodológico que se utiliza para la realización del presente trabajo de investigación es el:



Método de investigación

1. Análisis de la Normatividad Oficial Mexicana Vigente en materia de tratamiento de aguas residuales.
 - Contextualización del surgimiento de la normatividad oficial mexicana en materia del agua.
 - Identificación de la normatividad oficial mexicana en el marco jurídico vigente.
 - Caracterización de las normas oficiales mexicanas en materia de agua.
 - Descripción de la evolución de la normatividad oficial mexicana en materia del agua.

2. Descripción de la relación que guardan las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales respecto a la gestión integrada del recurso hídrico.
 - Definición semántica de la gestión integrada del recurso hídrico.
 - Elección del cuerpo conceptual de gestión integrada del recurso hídrico para relacionarla con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales.
 - Definición de los parámetros de comparación de la normatividad respecto de la gestión integral.
 - Descripción de las relaciones entre las normas y la gestión.
 - Explicación de la importancia de las relaciones.

3. Evaluación de los alcances y límites del conjunto de Normas Oficiales Mexicanas de la promoción de la gestión integrada del recurso hídrico.
 - Exposición de los alcances de las Normas Oficiales Mexicanas de la promoción de la gestión integrada del recurso hídrico.



- Exposición de los límites de las Normas Oficiales Mexicanas de la promoción de la gestión integrada del recurso hídrico.



Capítulo 1. Evolución de las normas oficiales mexicanas en materia de agua

1.1 Aspectos preliminares de las normas oficiales mexicanas

Para empezar, en el presente capítulo se estudia lo que define una norma, los tipos, la norma jurídica y la jerarquía de éstas. Posteriormente se abunda en las normas oficiales mexicanas, así como en las concernientes en materia ambiental y en materia de aguas residuales. Consecuentemente se dedica un espacio especial al recurso hídrico, para abordarlo desde distintos enfoques y perspectivas. Por último se exponen las generalidades de los ordenamientos jurídicos que comprenden la normatividad oficial mexicana vigente en materia de aguas residuales.

1.1.1 De las normas

En términos generales, los juristas, independientemente de su corriente *jus* ideológica, coinciden con suponer que las normas pueden ser concebidas como *pautas de conducta del individuo en sociedad*, que tanto pueden regular la conducta interna como la externa de la persona, ya sea en su individualidad como en su colectividad; las cuales permiten su conservación, desarrollo y la realización de los fines individuales así como del bienestar común del seno social. Estas normas guardan una relación directa con el nicho social dónde se suscitan y son las que regulan el complejo de comportamientos sociales que permite la convivencia armónica de los individuos que integran la sociedad. Son también estas normas las que estructuran, organizan y articulan el Estado de Derecho del Estado-Nación, es decir el Derecho Público. Por ello, se considera que en una sociedad definida en tiempo y espacio convergen una serie de tipos de normas, que se expondrán a continuación.

1.1.2 De los tipos de normas

Las normas de una sociedad, como lo señala Moto (2007), “nacieron generalmente como consecuencia de la vida social y son de diversa naturaleza, según la especie



de relaciones que rijan, dichas normas pueden ser técnicas, de etiqueta, morales, religiosas y jurídicas entre otras” (Moto, 2007). Para ello se describen a continuación:

Normas técnicas. Es el conjunto de normas que dictan las formas más adecuadas para hacer bien una cosa; por ejemplo, la serie de medidas que el médico debe tomar para realizar con éxito una intervención quirúrgica. Quien viola ésta norma recibe un sanción; el fracaso (Moto, 2007).

Normas de etiqueta. Es el conjunto de normas que imponen el decoro, el amor propio u otros sentimientos propios de un grupo social o de una etapa histórica; su violación tiene como sanción el ridículo, es decir, el quedar mal ante los demás al provocar la risa y la burla (Moto, 2007).

Normas morales. Son las normas de orden individual o social que constituyen deberes elementales impuestos por los sentimientos de moralidad del grupo social para su propio bienestar. El imperio de la moral es condición indispensable para la existencia de la sociedad. Estas normas rigen las conductas del individuo; para consigo mismo, y para con los demás. Su violación trae como consecuencia el remordimiento, desaprobación de la propia conciencia del acto realizado, el desprecio social, o ambas sanciones (Moto, 2007).

Normas religiosas. Es el conjunto de preceptos dictados por Dios a los hombres, cuya violación está sancionado con premio o castigo en la vida eterna (Moto, 2007).

Normas jurídicas. Es el conjunto de normas que rigen y coordinan a su vez la conducta social del individuo (Moto, 2007). Este tipo, resulta de interés para el desarrollo del presente trabajo de investigación. A continuación se tratan desde el punto de vista de la doctrina jurídica.

Así pues la finalidad de estas normas es la convivencia armónica de los individuos en sociedad, tanto en su persona como en sus bienes, tanto en su interioridad como en su exterioridad.



1.1.3 De las normas jurídicas

Las normas jurídicas pueden ser entendidas como aquellos preceptos lógicos-jurídicos abstractos, imperoatributivos, positivizados¹ y vigentes que regulan la conducta externa del hombre en sociedad y permiten lograr que se cumplan los fines y cometidos del Estado de Derecho, del cual el individuo forma parte.

Las características que principalmente diferencian la norma jurídica de los demás tipos de normas son la coacción y la coercibilidad, así también como la sanción o la responsabilidad jurídica derivada de su incumplimiento. Otros elementos que comprenden éstas son la heterogeneidad, la exterioridad y la bilateralidad.

Al respecto, es importante señalar que la diferencia y similitud entre una norma jurídica y una ley, es que ambas son preceptos lógicos-jurídicos abstractos e imperoatributivos, pero en la norma jurídica, la vigencia es un elemento *sine qua non*, por el contrario, en la ley no es *sine qua non*; por ello toda norma jurídica es ley, pero no toda la ley es norma jurídica.

Es por esto que se identifica que el complejo y dinámico sistema jurídico está integrado por una diversidad de ordenamientos que componen el marco jurídico de cada Estado-Nación. Esto denota una serie de relaciones jerárquicas que se suscitan entre éstos, los cuales se explicarán como sigue:

1. 1.4 De la jerarquía de las normas jurídicas

Entre el complejo sistema jurídico compuesto por los ordenamientos jurídicos inter e intranacionales de un Estado-Nación existe una serie de la relaciones jerárquicas, las cuales determinan la aplicación y el cumplimiento de éstos, así como la solución de los conflictos derivados del tráfico jurídico internacional.

Para fines del trabajo, únicamente se expondrá la jerarquía de las normas jurídicas en el ámbito intranacional en México, es decir, aquellas normas jurídicas

¹ Se hace referencia al proceso de positivización kelseniano de las normas jurídicas. Ver en el glosario la definición de positivismo jurídico.



investidas de validez territorial que aplican únicamente dentro de los límites nacionales.

La jerarquía de los ordenamientos jurídicos en nuestro país, así como la supremacía constitucional, se establecen en el precepto constitucional 133, el cual señala: *” Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.”*

En el artículo anterior se indica que la Ley Suprema de toda la Unión será la Constitución y los Tratados internacionales, de tal suerte que tendrán la misma jerarquía, incluso, éstos se ubicarán por encima de las constituciones o leyes estatales; sin embargo, la Tesis Aislada: P. IX/2007 en materia constitucional de la novena época con No. Registro: 172,650 publicada en el Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta. XXV, en Abril de 2007 señala lo siguiente:

“La interpretación sistemática del Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos permite identificar la existencia de un orden jurídico superior, de carácter nacional, integrado por la Constitución Federal, los tratados internacionales y las leyes generales. Asimismo, a partir de dicha interpretación, armonizada con los principios de derecho internacional dispersos en el texto constitucional, así como con las normas y premisas fundamentales de esa rama del derecho, se concluye que los tratados internacionales se ubican jerárquicamente abajo de la Constitución Federal y por encima de las leyes generales, federales y locales, en la medida en que el Estado Mexicano al suscribirlos, de conformidad con lo dispuesto en la Convención de Viena Sobre el Derecho de los Tratados entre los Estados y Organizaciones Internacionales o entre Organizaciones Internacionales y, además, atendiendo al principio fundamental de derecho internacional consuetudinario "pacta sunt servanda", contrae libremente obligaciones frente a la comunidad internacional que no pueden ser desconocidas invocando normas de derecho interno y cuyo incumplimiento supone, por lo demás, una responsabilidad de carácter internacional”.



Ello indica que la jerarquía de los ordenamientos jurídicos, o bien, el orden jurídico escalonado en nuestro país ubica en el peldaño superior a la Constitución, justo debajo de ella se encuentran los Tratados Internacionales firmados y ratificados por los representantes gubernamentales y legislativos del país, posteriormente se ubican las leyes generales, después las federales, y consecuentemente las locales.

Incluso, la doctrina jurídica mexicana señala que en orden jerárquico, se encuentran justamente después de las leyes locales, los decretos, los reglamentos, las normas jurídicas individualizadas y por último las Normas Oficiales Mexicanas; siendo éstas últimas las que comprenden el contenido de la presente investigación.

Es por esto que a continuación, *grosso modo*, se realiza un sumario del Marco Jurídico Vigente en materia de aguas residuales.



1.2 De las Normas Oficiales Mexicanas

El Estado Constitucional Mexicano dentro de su potestad y dentro del ejercicio de sus atribuciones, facultades y cometidos, se encuentra obligado a garantizar a los individuos el goce y ejercicio de los derechos humanos y sus garantías, situándose entre estos, el derecho a un medio ambiente adecuado, así como el derecho en cantidad y calidad necesaria. Para lograr ello, hace uso de instrumentos de política ambiental, dentro de estos instrumentos, y tal y como lo señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales serán abordadas a continuación.

Así pues, el instrumento más usual para el control de la contaminación ambiental en México y en la mayoría de los países ha sido el conjunto de establecimientos y aplicaciones de normas y castigos (*command and control*). De hecho, casi desde que inicia de la implantación de las políticas ambientales se considera como un instrumento de regulación y aplicación directa, incluso, con mayor aplicación que otros instrumentos de regulación indirecta como: Impuestos, subsidios, permisos comerciables, créditos preferenciales, persuasión de programas voluntarios, entre otros (Blanco, 2003).

Como lo señala Blanco (2003), las autoridades públicas promulgan ciertos límites en la cantidad y calidad de emisiones y descargas; los incorporan al sistema legal, luego vigilan el cumplimiento de estos límites y aplican sanciones a quienes los infringen. Esta forma de intervención gubernamental para proteger el ambiente se basa en investigaciones científicas y estudios legales. Se espera que, al cumplirse con los límites de emisiones u otras condiciones de las normas, se proteja el ambiente, y la economía pueda desarrollarse de manera más sustentable. Todo este proceso parece sencillo, directo, claro ético y científico, pero en la realidad no es así y, para lograr sus objetivos, se requiere principalmente una adaptación continua en el diseño de las normas, cierta flexibilidad en la ejecución de las leyes y la exigencia de su cumplimiento con un monitoreo sistemático (Blanco, 2003).



En nuestro país, los órganos legislativos competentes han buscado la manera de homogeneizar y estandarizar los procesos de producción y comercialización de los bienes y servicios que se ofertan dentro y fuera de nuestro país, para garantizar de esta forma la calidad de éstos, y consecuentemente la salud y seguridad de los consumidores, cumpliendo además con lo establecido en los tratados internacionales referentes a la materia que han sido firmados y ratificados por nuestros representantes gubernamentales. Con ello se pretende que la internalización de las externalidades negativas derivadas de los procesos de producción y comercialización de bienes y servicios, *verbigracia*: una empresa que en sus procesos productivos genera aguas residuales se encuentra obligada a tratarlas, para evitar la contaminación que pudiera ser causada por éstas, así como para poder darles un reuso a éstas y poder con ello disminuir el uso del agua potable en actividades que por su naturaleza permitan la utilización de aguas tratadas y beneficien en términos económicos y ambientales.

1.2.1 Antecedentes de las Normas Oficiales Mexicanas

Después de la Segunda Guerra Mundial no existía en el mundo un organismo internacional de estandarización que estableciera las características, métodos, procesos, calidad, higiene, seguridad y control de riesgos derivados de la producción y comercialización de bienes y servicios, lo cual trajo consigo innumerables riesgos a los consumidores, principalmente en la salud.

Con base en este precedente, en el año de 1947, se funda la Organización Internacional de Estandarización mejor conocida como ISO (*International Standard Organization*), en la cual los diferentes países miembros pueden abrir dialogo mediante debates, para eliminar, crear u homologar estándares para los productos o servicios que se intercambian entre ellos, aunque cabe mencionar que en la mayoría de casos, los estándares emitidos por ISO solo son recomendaciones para que sean adoptadas por los países miembros con el adecuado procedimiento legislativo en sus respectivos territorios.



Después de 1947, se empezaron a elaborar en el mundo diversos tratados internacionales de naturaleza mercantil, cuyo objeto principal era la estandarización en los procesos productivos, así como de la calidad y especificaciones de ciertos bienes o servicios que se pretendían comercializar.

Por lo señalado anteriormente, los antecedentes directos y las fuentes reales de la normatividad oficial mexicana son los tratados internacionales, la mayoría de carácter económico o comercial, suscritos y firmados por los representantes diplomáticos de nuestro país, en los cuales se establecían las características, procesos, métodos, calidad y control de riesgos derivados del metabolismo industrial de los procesos productivos destinados a la elaboración de bienes y servicios ofertados a la demanda nacional e internacional, principalmente aquella destinada a la exportación de productos consumidos en el extranjero, para garantizar, de cierta manera, la estandarización de los procesos productivo, y permitiendo con ello determinar parámetros mínimos de calidad, sanidad y seguridad.

1.2.2 Generalidades

Para entender las NOM hay que pensar en esa figura omnipresente pero poco tangible del Estado, que entre otras funciones, tiene la de cuidar sus propios “bienes”, ya sean bosques, aguas, selvas, fauna, pero sobre todo a sus ciudadanos. Las NOM tienen como principal objetivo prevenir los riesgos a la salud, la vida y el patrimonio y por lo tanto son de observancia obligatoria (2010).

Tal como lo señala el artículo 3 fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización entendemos por Norma Oficial Mexicana:

“Aquella regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a



terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación” (Ley Federal de Metrología y Normalización, 1992).

Así pues, las Normas Oficiales Mexicanas contienen la información, requisitos, especificaciones y metodología, que para su producción o comercialización en nuestro país deben cumplir los productos o servicios a cuyos campos de acción se refieran. Son, en efecto, de aplicación nacional y obligatoria.

El gobierno es el encargado de identificar los riesgos, evaluarlos y emitir las NOM. Sin embargo en el proceso se suman las consideraciones de expertos externos provenientes de otras áreas. Las NOM están conformadas por comités técnicos integrados por todos los sectores interesados en el tema, no únicamente gobierno sino también por investigadores, académicos y cámaras industriales o de colegios de profesionistas.

Antes de que una norma entre en funcionamiento, debe existir un consenso entre el Comité Consultivo Nacional, donde a través de Profeco, el consumidor también tiene un representante, puesto que son discusiones de carácter técnico y científico (2010).

En suma, las Normas oficiales mexicanas son las regularizaciones técnicas de observación obligatoria expedidas por las dependencias normalizadoras competentes a través de sus respectivos comités consultivos nacionales de normalización, de conformidad con las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, éstas son estudiadas más adelante.

1.2.3 Del origen y fundamento jurídico de las Normas Oficiales Mexicanas

El origen de las Normas Oficiales Mexicanas se remonta al día primero de Diciembre de 1992, cuando se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley Federal de Metrología y Normalización, siendo éste su fundamento jurídico, su vigencia comenzó quince días después de dicha publicación, tal y como lo señala el artículo transitorio primero del ordenamiento jurídico en comento, en la cual se



encuentra por vez primera el nacimiento de la normatividad oficial mexicana, ya que hasta ese año se legisló un ordenamiento jurídico que diera fundamento y certeza jurídica a tales actos jurídicos.

Cabe enfatizar que la fuente formal de la normatividad oficial mexicana es por excelencia la Ley Federal de Metrología y Normalización.

1.2.4 De la normalización

Podemos definir la normalización como aquel proceso mediante el cual se elaboran las Normas Oficiales Mexicanas, con la finalidad de regular actividades desempeñadas por los sectores tanto público como privado y social en materia de salud, medio ambiente, comercial, industrial y laboral; las cuales establecen reglas, direcciones, especificaciones, atributos, características, procesos, métodos de prueba, etc. aplicables a un producto, proceso o servicio.

De acuerdo con el Plan Nacional de Normalización 2007: el procedimiento de creación de las Normas Oficiales Mexicanas está conformada por las siguientes fases:

- Elaboración del borrador y calificación
- Manifestación de impacto regulatorio, y;
- Consulta Pública y publicación.

Cabe hacer mención que en las NOM a desarrollar por las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, únicamente versarán sobre temas incluidos en el Programa Nacional de Normalización, cuya vigencia es de dos años.

Por otra parte, la elaboración de iniciativas de NOM es tarea de la dependencia con atribuciones que conciernen tales normas, sin embargo, los interesados también podrán presentar propuestas de éstas a las dependencias respectivas, quienes a su vez las turnarán a los Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCNN). Los comités mencionados son órganos cuyo objetivo es la



elaboración de NOM y la promoción de su cumplimiento, se constituyen por representantes de los sectores académicos, empresariales, sociales y civiles; presididos por la dependencia competente. Actualmente existen 36 CCNN, quienes tienen la obligación de reunirse cada 3 meses.

Para el caso particular del sector medio ambiente, el Comité de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (COMARNAT), tiene la competencia específica de elaborar la normatividad ambiental para el aprovechamiento sustentable; conservación y restauración de suelos, agua, biodiversidad terrestre y acuática, bosques, flora y fauna silvestres, recursos pesqueros y ecosistemas, especialmente los sujetos a protección especial y hábitats críticos; recursos genéticos; proteger los recursos naturales, los ecosistemas y lograr la seguridad ambiental y protección ambiental, respecto de la contaminación al suelo, agua, atmósfera visual, térmica, lumínica, sonora; vibraciones de olores y de los residuos sólidos peligrosos que generan las actividades de los sectores industrial y de consumo; del desarrollo urbano, el transporte, los servicios y el turismo, energía y actividades extractivas.

Las reuniones de normalización se llevan a cabo en esta etapa del procedimiento, mismas que se convocarán por el Comité, y el público interesado puede asistir a ellas. La pretensión de la CCNN es califique el anteproyecto presentado por la dependencia en el plazo de 75 días naturales. Por otra parte, una vez emitidas las observaciones del órgano colegiado y entregadas a la dependencia que elaboró la iniciativa, ésta última tendrá un término de 30 días naturales, a efecto de que conteste los comentarios realizados por la CCNN. Posteriormente, el comité respectivo aprueba el anteproyecto de NOM. Es entonces hasta este momento que la Comisión Nacional de Normalización (CNN) se encarga de elaborar el proyecto de Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM), conforme a los anteproyectos presentados por los comités respectivos.

La Comisión es el órgano de coordinación de la política de normalización a nivel nacional y está integrada actualmente por 36 miembros que incluye dependencias



y entidades de la administración pública federal, cámaras, organismos nacionales de normalización y asociaciones que se encuentran vinculadas con el ámbito de la normalización.

Manifestación de Impacto Regulatorio

Una vez agotada la etapa mencionada, el proyecto se turna a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER), por lo menos 30 días hábiles antes de la fecha en que se pretenda emitir el acto o someterlo a la consideración del Titular de Ejecutivo Federal. En esta fase se difunden los dictámenes del proyecto, así como un documento llamado “Manifestación de Impacto Regulatorio” (MIR), el cual contiene la justificación de la Comisión para determinar su aprobación. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal están exentas de esa obligación cuando la expedición de la NOM no implique costos de cumplimiento para los particulares. La comisión, cuando así lo estime, podrá emitir y entregar a la dependencia u organismo descentralizado correspondiente, un dictamen parcial o total de la manifestación de impacto regulatorio y del anteproyecto respectivo; dentro de los 30 días hábiles siguientes.

Consulta Pública

Posteriormente, se publica el proyecto de NOM en el Diario Oficial de la Federación para Consulta Pública y rendición de cuentas. El público en general tiene derecho a emitir comentarios dentro de los 60 días a partir de la publicación aludida. En este apartado, se recomienda que las observaciones deberán elaborarse por escrito y dirigidas al comité respectivo.

Cuando el término mencionado fenece, se analizan y publican los comentarios y sus respectivas respuestas dentro de los siguientes 45 días en el mismo Diario Oficial de la Federación.

Como resultado de la Consulta Pública, el comité publicará dentro de los 15 días naturales antes de su publicación oficial, las modificaciones al PROY-NOM o la



fundación y motivación para la negativa de inclusión de los comentarios que resultaron inaplicables.

Publicación de la Norma.

Por último, una vez que el comité respectivo cumple con la fase mencionada en el párrafo anterior, le turna a la dependencia el proyecto, que será a su vez aprobado por esta. En cuanto se hayan cumplido los requisitos señalados, la NOM se publica en el DOF.

Por su parte, el procedimiento de modificación a las NOM se sujetará a las disposiciones previstas para la creación de éstas normas, al menos que no se impongan condiciones o requisitos nuevos. Respecto a la ejecución de éstas normas, las autoridades realizarán visitas de inspección. No obstante, la Ley no hace mención de, si los ciudadanos requieren tales visitas o si coadyuvan en éstas.

1.2.5 De las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental

Se puede definir a las Normas Oficiales Mexicanas en materia Ambiental como aquellas regulaciones técnicas de carácter obligatorio cuyo objeto directo o indirecto es la protección, restauración, preservación o conservación; o bien el equilibrio ecológico entre los diversos elementos bióticos y abióticos que en conjunto constituyen el entorno natural, garantizando así el derecho fundamental del hombre de todos los mexicanos a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, así como también el derecho al agua en la cantidad y calidad necesarios y suficientes para el bienestar de los mexicanos.

La normatividad oficial mexicana en materia ambiental vigente, clasificada por materia, se encuentra integrada por las siguientes NOM's:

En Materia de Aguas Residuales:



Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales,

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal;

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, y;

En materia de protección de flora y fauna:

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

En materia de suelos

Norma Oficial Mexicana NOM-060-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

En materia de Impacto ambiental

Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas, y;

Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.



En materia de la Comisión Nacional del Agua

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, da cuenta de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba;

Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, da cuenta de los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos;

Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, da cuenta de la infiltración artificial de agua a los acuíferos - Características y especificaciones de las obras y del agua;

Norma Oficial Mexicana NOM-014-CONAGUA-2003, da cuenta de los requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada;

Norma Oficial Mexicana NOM-002-CONAGUA-1995, da cuenta de la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable-Especificaciones y métodos de prueba;

Norma Oficial Mexicana NOM-013-CONAGUA-2000, da cuenta de las redes de distribución de agua potable, que establece las especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba;

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, da cuenta de la conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales;

Norma Oficial Mexicana NOM-007-CONAGUA-1997, da cuenta de los requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua;

Norma Oficial Mexicana NOM-004-CONAGUA-1996, da cuenta de los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general;



Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, da cuenta de los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, y;

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-1995, da cuenta del sistema de alcantarillado sanitario, que establece las especificaciones de hermeticidad. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

En Materia de lodos y biosólidos

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, da cuenta de la protección ambiental- Lodos y biosólidos, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

En Materia conjunta con otras secretarías

Norma Oficial Mexicana NOM-245-SSA1-2010, da cuenta de los requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT4-2007, da cuenta de la administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.

1.2.6 Programa Nacional de Normalización 2013

El Programa Nacional de Normalización es el instrumento jurídico que establece las directrices hacia las cuales se orientará la creación y modificación de la normatividad oficial mexicana en sus diversos rubros.

A su vez, la secretaría de Economía define el Programa Nacional de Normalización como aquel es el instrumento informativo y de planeación que contiene los temas que serán desarrollados normas oficiales mexicanas, normas mexicanas y normas de referencia cada año.



Conviene señalar que el Programa Nacional de Normalización es discutido y aprobado anualmente por la Comisión Nacional de Normalización.

Para ello se auxiliará de la Comisión Nacional de Normalización y de los Comités Consultivos de Normalización, cuyo objeto será emitir las propuestas de creación, modificación o derogación de las Normas Oficiales Mexicanas y/o Normas Mexicanas en sus respectivas materias, satisfaciendo con ello, las necesidades que exija nuestro contexto social, así como garantía en el cumplimiento de los cometidos y objetivos establecidos en la Normatividad Oficial Mexicana vigente.

A continuación se aborda lo referente a la Comisión Nacional de Normalización y a los Comités Nacionales de Normalización.

1.2.7 Comisión Nacional de Normalización

La Comisión Nacional de Normalización (CNN) es el órgano de coordinación de la política de normalización a escala nacional, y está integrada actualmente por 43 miembros entre dependencias y entidades de la administración pública federal, cámaras, organismos nacionales de normalización y asociaciones, que se encuentran vinculados con el ámbito de la normalización.

La CNN tiene como principales funciones aprobar anualmente el Programa Nacional de Normalización, establecer reglas de coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal para la elaboración y difusión de normas, resolver las discrepancias que puedan presentarse en los comités consultivos nacionales de normalización y opinar sobre el registro de organismos nacionales de normalización

Tal comisión se integra por un presidente, un secretariado técnico y por los consejeros técnicos. Por otra parte la Comisión Nacional de Normalización sesiona por lo menos una vez cada tres meses y toma sus resoluciones por consenso y en caso de que no se diese este, por la mayoría de votos de los miembros de las dependencias de la administración pública federal que la integran.



1.2.8 Comités Consultivos de Normalización Nacional

Los Comités Consultivos Nacionales de Normalización son aquellos órganos facultados de la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, también se encargan de la promoción de su cumplimiento; los cuales se encuentran constituidos y presididos por la dependencia competente correspondiente. Según se requiera, cada Comité Consultivo Nacional de Normalización se integrará de los subcomités necesarios para cumplir con los cometidos de cada Comité Consultivo Nacional, según el objeto establecido en el Programa Nacional de Normalización.

Estos se formarán del personal técnico de las dependencias competentes, según la relativa al comité, por organizaciones de industriales, prestadores de servicios, comerciantes, productores agropecuarios, forestales o pesqueros; centros de investigación científica o tecnológica, colegios de profesionales y consumidores.

Asimismo los Comités Consultivos Nacionales de Normalización se rigen por los Lineamientos para la organización de los mismos, aprobados y expedidos por la Comisión Nacional de Normalización.

Así pues, los Comités consultivos Nacionales de Normalización que contempla el Programa Nacional de Normalización 2013 consideran la Autoridad, de la cual derivan las siguientes instituciones:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

1.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se compone por los siguientes subcomités:

- Subcomité I de recursos naturales renovables y actividades del sector primario;
- Subcomité II de energía y actividades extractivas;
- Subcomité III de industria, y;
- Subcomité IV de fomento ambiental urbano y turístico.



2.- Comité Consultivo Nacional de Normalización del sector agua. Éste Comité no contempla subcomités.

Secretaría de Energía

3.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la preservación y uso racional de los recursos energéticos.

4.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de instalaciones eléctricas.

5.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de seguridad nuclear y salvaguardias.

6.- Comité Consultivo Nacional de Normalización en materia de hidrocarburos. Se integra por los siguientes subcomités:

- Subcomité I de gas licuado de petróleo;
- Subcomité II de transformación industrial de hidrocarburos;
- Subcomité II de exploración y explotación de hidrocarburos;

7.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de derivados del petróleo, del gas y bioenergéticos.

Secretaría de economía

8.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de seguridad al usuario, información comercial y prácticas de comercio.

- Subcomité de información comercial;
- Subcomité de seguridad al usuario;
- Subcomité de metrología, y;
- Subcomité de sistemas y prácticas comerciales.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

9.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de normalización agroalimentaria



- Subcomité de protección zoosanitaria;
- Subcomité de protección fitosanitaria;
- Subcomité de pesca responsable;
- *Grupo de trabajo No. 2 de acuicultura;
- *Subcomité de bioseguridad, producción orgánica y bioenergéticos.*

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

10.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de normalización de telecomunicaciones:

- Subcomité de radiodifusión;
- Subcomité de radiocomunicación y servicios satelitales;
- Subcomité de radiodifusión;
- Subcomité de redes de telecomunicaciones, y;
- Subcomité de radiocomunicación y servicios satelitales.

11.- Comité Consultivo Nacional de Normalización del transporte terrestre;

- Subcomité de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos;
- Subcomité de especificaciones de vehículos, partes, componentes y elementos de identificación;
- Subcomité de transporte ferroviario;
- Subcomité de señalamiento vial.

12.- Comité Consultivo Nacional de Normalización del transporte aéreo;

13.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de transporte marítimo y puertos

- Subcomité No 1. Equipos, componentes y materiales para buques mercantes;
- Subcomité No 3. Construcción y reparación naval;
- Subcomité 4. Transportes de mercancías peligrosas en embarcaciones



Secretaría de Salud

14.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de prevención y control de enfermedades

- Subcomité de programas preventivos y controles de enfermedades;
- Subcomité de enfermedades de transmisión sexual;
- Subcomité de promoción de la salud;
- Subcomité de salud reproductiva;
- Subcomité de infancia y adolescencia;
- Subcomité de adicciones y salud mental.

15.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de regulación y fomento sanitario

- Subcomité de insumos para la salud;
- Subcomité de control sanitario de productos y servicios;
- Subcomité de salud mental.

16.- Comité Consultivo Nacional de Normalización e innovación, desarrollo, tecnologías e información en salud.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social

17.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de seguridad y salud en trabajo.

Secretaría de Turismo

18.- Comité Consultivo Nacional de Normalización turística.

- Subcomité de operadoras de buceo;
- Subcomité de seguridad contractual;
- Subcomité de guías de turistas generales
- Subcomité de guías de turistas especializados;
- Subcomité de turismo de aventura.



Secretaría de Gobernación

19.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de protección civil y prevención de desastres.

1.2.9 Programa Nacional de Normalización 2013 en materia de aguas residuales

En cuanto a la Normatividad Oficial Mexicana en materia de aguas residuales y considerando lo establecido en el Programa Nacional de Normalización 2013, los temas a ser abordados en dicho programa por comité, y en su caso subcomités, son los siguientes:

Normas Vigentes a ser Modificadas:

- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Subcomité I de recursos naturales renovables y actividades del sector primario.

Norma vigente a ser modificada NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Objeto: Revisar con base en las necesidades actuales del país y en los avances tecnológicos y normativos internacionales, los parámetros y los límites de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales que al día de hoy contiene esta NOM, para asegurar y mejorar su cumplimiento.

- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Subcomité II de energía y actividades extractivas.

Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas (Revisión quinquenal).



Objeto: Revisar y actualizar las disposiciones técnicas que establece la norma, con base en la adopción de nuevas tecnologías de perforación y manejo de residuos; así como, a la luz de los dispuesto en los acuerdos y convenios internacionales suscritos por México sobre prevención y atención de la contaminación del mar por hidrocarburos (Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación desde los Buques (MARPOL 73/78), Convenio Internacional sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, Convenio Internacional relativo a la Intervención en Alta Mar en caso de Accidentes que causen Contaminación por Hidrocarburos y Convenio de las Naciones Unidad sobre el Derecho del Mar).

Temas a ser iniciados y desarrollados como normas

- Comité Consultivo Nacional de Normalización del sector agua.

Tema a ser desarrollado como normas: Descargas de aguas residuales urbanas que no están conectadas a un sistema del alcantarillado.

Objeto: Establece los requisitos para que estas descargas puedan ser manejadas y controladas.



1.3 El agua

El agua ha sido y será, por excelencia el componente de desarrollo y evolución de la vida, el hombre le ha dado diversos usos y aprovechamientos, que le han permitido satisfacer las necesidades básicas de éste. La historia ha sido testigo desde las sociedades primitivas, así, el hombre siempre ha buscado situarse cerca de cuerpos de agua para garantizar principalmente su existencia y para satisfacer las necesidades básicas de sus poblaciones. Lamentablemente no ha existido una cultura de protección y conservación del recurso hídrico, porque se creía erróneamente como infinito. En los ecosistemas, el agua juega un papel clave en su equilibrio, pues la capacidad de recarga compensa el deterioro o daño producido, y lleva al ecosistema al estado anterior a la perturbación ocasionada por el agente tensor. Pero el continuo y crónico deterioro y contaminación de agua de cuerpos y afluentes de agua así como la sobreexplotación de los mantos freáticos y el uso irracional del recurso hídrico ha evidenciado la falta de cultura y sensibilidad por su manejo.

Desde el punto de vista medioambiental, el agua permite que se realicen diversos ciclos biogeoquímicos y climatológicos, tales como el ciclo del agua, del carbono, del oxígeno, del nitrógeno, del fósforo, del azufre y otros elementos que en forma permanente se conectan con los componentes bióticos y abióticos de la Tierra, conformando así un sistema complejo y dinámico que se puede denominar medio ambiente. En resumidas cuentas, el agua es completamente responsable de la vida en nuestro planeta.

1.3.1 ¿Qué es el agua?

La Real Academia de la Lengua Española la define de la siguiente manera:

Agua (del latín *aqua*) femenino.

Así pues, el agua es el cuerpo formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquido inodoro e insípido; en pequeña cantidad incoloro y verdoso en grandes masas, que refracta la luz, disuelve muchas



sustancias, se solidifica por el frío, se evapora por el calor y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares.

De igual manera, se puede concebir el agua como aquella sustancia compuesta por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, de naturaleza inodora, incolora e insípida, que permite la vida en el planeta tierra, y que cubre la mayoría de la superficie de éste. Además, puede presentarse en estado sólido, líquido y gaseoso; y puede encontrarse en cuerpos de agua, afluentes, en forma de gas o de hielo, cuyo proceso natural es lo que permite que el recurso hídrico sea dinámico en el entorno natural. Por otra parte, el agua puede ser concebida como un recurso natural que tiene una diversa gama de usos y aprovechamientos, destacan los relacionados con el desarrollo, bienestar y calidad de vida de la humanidad.

El agua es un tema complejo y dinámico por naturaleza, ya que intervienen en su comportamiento, diversas variables: físicas, químicas, sociales, culturales, ambientales, tecnológicas, política, económicas, jurídicas, etc., por lo cual puede ser concebida desde distintas perspectivas, las cuales serán expuestas a continuación:

1.3.2 El agua como elemento abiótico

El agua como un elemento abiótico, lo constituye una molécula conformada por tres átomos; dos de hidrógeno, el elemento más ligero, y uno de oxígeno, dispuestos en un ángulo de 105 grados con el oxígeno en el vértice; el ángulo no varía; en esta situación, la molécula forma parte de un sólido, un líquido o un gas. La distancia entre el átomo de oxígeno y los hidrógenos es de 0.96 Angstrom; cuyo equivalente es igual a un cien millonésimo de centímetro (Guerrero, 2003).

En la molécula del agua el oxígeno se liga con dos hidrógenos; el hidrógeno es el elemento más ligero; se halla formado por una sola partícula en el centro un protón y un electrón que lo rodea, así que al unirse el oxígeno a los hidrógenos se presenta un fenómeno, en el cual los electrones forman una nube alrededor de los tres núcleos, uniéndolos, pero los dos núcleos de hidrógeno se repelen. El



resultado es que se forma el ángulo referido de 105 grados con el cual la molécula completa alcanza la máxima estabilidad (Guerrero, 2003).

Cabe mencionar que, el agua no se encuentra en la naturaleza en su forma químicamente pura, compuesta solamente por moléculas H_2O , esta condición sólo es posible en el laboratorio. De modo que disuelve ávidamente a la mayoría de los compuestos sólidos, líquidos o gaseosos. En su forma natural se encuentra normalmente impregnada de ellos. Esto en si permite al oxígeno disuelto la vida acuática. Asimismo, los sólidos en solución modulan su actividad química y son aprovechados por los seres vivos. Es importante denotar que el agua químicamente pura no es apropiada para la vida (Guerrero, 2003).

Sucintamente, el agua es una sustancia de capital importancia para la vida, con excepcionales propiedades consecuencia de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace es importante porque confiere al agua propiedades correspondientes a su masa molecular. De ahí su capacidad de fusión y ebullición, imprescindibles para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura de la Tierra. Su alto calor específico la convierte en un excepcional amortiguador y regulador de los cambios térmicos para mantener la temperatura corporal constante. El alto valor del calor de vaporización permite eliminar, por medio del sudor, grandes cantidades de calor preservándonos de los «golpes de calor». Otra propiedad que hace que esta molécula sea única es su amplia capacidad como disolvente de sustancias polares. Teniendo en cuenta que somos mayoritariamente agua, la casi totalidad de las reacciones químicas producidas en nuestro interior se realizan en medio acuoso. El transporte de nutrientes y metabolitos y la excreción de sustancias de desecho también se realiza a través del agua (Vaquero, y otros, 2012).



1.3.3 El ciclo del agua

El ciclo del agua es un proceso complejo que incluye por un lado, las precipitaciones, tanto en forma de agua líquida como de nieve o hielo. Prácticamente estos dos tipos aportan agua a la superficie de la tierra, y por otro, la evaporación, tanto directa como indirecta, a través de las plantas; la infiltración con o sin recarga de los reservorios subterráneos; el afloramiento de manantiales y finalmente, el escurrimiento superficial, torrencial o fluvial (Antón, y otros, 2000).

Por otra parte, el volumen total de agua en el mundo permanece constante; lo que cambia es la calidad y la disponibilidad. El agua está constantemente reciclándose en un sistema conocido como ciclo del agua o ciclo hidrológico. Los hidrólogos estudian la naturaleza física y química del agua y su movimiento tanto debajo como en la superficie. En términos de volumen total, el 97.5% del agua del mundo es salina con un 99.99% de ella se encuentra en los océanos, el resto forman los lagos salinos. Esto significa que solamente el 2.5% del volumen de agua en el mundo es actualmente no salina. Sin embargo, no toda esta agua dulce está disponible para el consumo humano. Alrededor del 75% de esta agua dulce está inmovilizada en los casquetes polares y en los glaciares; la cual cada vez es menor, como consecuencia del cambio climático. Además un 24% está localizada en el subsuelo como aguas subterráneas, mismas que el agua dulce de los casquetes polares y glaciares, cada vez es menor, debido a la sobre explotación de los mantos freáticos. Este comportamiento conlleva a una reducción de la capacidad de recarga de éstos, lo que significa que menos de un 1% del agua dulce se encuentra en lagos, ríos y en el suelo. Por lo lado solamente se cuenta con el 0.01% del agua del mundo en lagos y ríos, con otro 0.01% presente como humedad en el suelo pero sin disponibilidad como abastecimiento para los humanos. Así, aunque hay mucha agua, hay en realidad muy poca disponible para el consumo humano.

Dentro del ciclo del hidrogeológico el agua está en constante movimiento, y dirigida por la energía solar. El sol provoca la evaporación de los océanos, lo cual forma las nubes y las precipitaciones, agua de lluvia. La evaporación también



ocurre en los lagos, ríos y suelo, donde las plantas contribuyen con cantidades significativas de agua por evapotranspiración. Aunque alrededor del 80% de las precipitaciones vuelven a caer en los océanos, el resto lo hace sobre la tierra. Es esta el agua que rellena el suelo y las aguas subterráneas, alimenta las corrientes de los ríos y lagos y provee toda el agua necesaria para las plantas, animales y desde luego los humanos (por ello se considera un elemento vital). En esencia, cuanto más llueva más será el caudal de los ríos y más altos en las capas freáticas en las zonas de almacenamiento de aguas subterráneas; por ejemplo los acuíferos llenados con el agua que se infiltra a través de la tierra. La disponibilidad de agua depende de las lluvias caídas, así, cuando la cantidad de agua decrece, también lo hace el volumen de agua disponible para el suministro, y en caso de sequía severa; como es cada vez más común en la zona norte de nuestro país, disminuirá a cero. Para proveer suficiente agua para el abastecimiento de todo el año se requiere de una administración cuidadosa e los recursos (Gray, 1996).

1.3.4 El agua como elemento integrador de los procesos funcionales del ecosistema

Los ecosistemas son concebidos como un conjunto de elementos tanto bióticos como abióticos que se interaccionan en un espacio y tiempo, y transforman la materia y la energía disponibles en el ambiente, mediante procesos funcionales donde el agua juega un papel determinante (Mass, 1995).

Tal como lo señala Maass (2003), el agua, a lo largo de todo el ciclo hidrológico, participa directa o indirecta en la mayoría de los procesos funcionales del ecosistema. Los cuales se expondrán a continuación:

1.3.4.1 Humedad atmosférica

El agua en forma de nubes en la atmósfera modifica la cantidad de radiación que entra y sale de ecosistema; refleja al espacio una parte importante de la radiación de longitud de onda corta que llega a la tierra (albedo); y atrapa la radiación de longitud de onda larga que emite la tierra, lo que se denomina efecto invernadero. La concentración de vapor de agua en la atmósfera en las inmediaciones de la



superficie terrestre, en particular la expresada con humedad relativa, controla los procesos de evaporación del suelo y transpiración por parte de la vegetación (Maass, 2003).

1.3.4.2 Lluvia

El agua en forma de lluvia, acarrea elementos minerales y partículas de sólidos suspendidos en la atmósfera hacia el suelo. Existen ecosistemas cuya principal fuente de entrada al ecosistema lo constituyen los elementos minerales precipitados junto con la lluvia. Tal es el caso de áreas importantes en el Amazonas (Jordan, 1983).

La lluvia que cruza el dosel de la vegetación llega al suelo enriquecida por los elementos minerales que lavan las hojas. Este fenómeno se conoce como transcolación, y llega a ser tan importante, ya que en algunos ecosistemas pobres en elementos minerales del suelo, las hojas han desarrollado adaptaciones para disminuir la pérdida de nutrientes por esta vía (Jodan, 1985).

La velocidad o intensidad con la que cae la lluvia influencia en los procesos de infiltración y erosión de los suelos. Una llovizna, se caracteriza por tener una muy baja intensidad y energía cinética, logra infiltrarse en el suelo sin muchos problemas. Una tormenta ciclónica, en cambio, cae con mucha mayor intensidad y energía cinética, lo que promueve, por un lado, una menor infiltración y al mismo tiempo un impacto mayor de las gotas de la lluvia sobre el suelo. Estos procesos promueven el lavado del suelo por erosión (Maass, y otros, 1990).

La frecuencia y temporalidad de las lluvias también controlan importantes procesos del ecosistema. En climas marcadamente estacionales como la selva baja caducifolia, más de 95% de las especies tiran sus hojas y se mantienen prácticamente improductivas durante más de cinco meses que dura la época de secas (Martínez-Yrizar, y otros, 1992).



1.3.4.3. Humedad en el suelo

Una vez que el agua se encuentra en el suelo, diluye elementos minerales poniéndolos en solución, esto conduce a los nutrientes minerales hacia horizontes más profundos. Aquellos que llegan más allá de las raíces de las plantas, ya no pueden ser aprovechados y se les considera como pérdidas del ecosistema. La lixiviación, como se le conoce a este proceso de lavado de elementos minerales del suelo, constituye la vía más importante de salida de nutrientes en ecosistemas sin perturbar (Bruijnzee, 1990).

El agua en el suelo también constituye un medio para el desarrollo de un sin número de microorganismos que realizan importantes procesos funcionales (Schlesinger, 1991), tales como la degradación de la materia orgánica; concebida como mineralización. Así mismo, el agua interviene en los procesos físicos y químicos de descomposición de las rocas y minerales del suelo, este fenómeno es conocido como intemperismo. La fertilidad de los suelos depende en gran medida de la relativa importancia que tiene estos tres procesos (Maass, 2003).

La absorción de minerales por parte de las plantas, es un proceso que depende en gran medida de la humedad del suelo y la humedad atmosférica. El agua del suelo acarrea nutrientes disueltos hacia las raíces y los transporta dentro de la planta hasta las hojas mediante el proceso conocido como transpiración. Esto es, las hojas al perder agua hacia la atmósfera, generan un déficit hídrico que se transmite a lo largo de las ramas, los tallos, las raíces y la matriz del suelo; en un continuo tal, que permite el movimiento de agua, junto con los minerales disueltos en ella, hasta 100 msnm. (Guerrero, 2003).

Otro aspecto muy importante que controla la humedad es la temperatura del suelo. El agua es un excelente conductor térmico, por lo que un suelo húmedo transmite calor superficial a horizontes más profundos que cuando está seco. Este fenómeno es muy importante en la dinámica del suelo, ya que la temperatura controla de los procesos microbianos que se dan en él (Maass, 2003).



1.3.4.4. Agua en las plantas

El agua en las plantas no sólo permite los flujos transpirativos, sino también permite el movimiento de materiales, tales como: nutrientes, hormonas, desechos, etc. de un lado a otro dentro de la planta; proceso conocido como translocación.

Dado su alto calor específico y su calor latente de vaporización, el agua es utilizada como elemento regulador de la temperatura tanto en plantas como en animales; tal es el caso de la liberación de sudor para enfriarse. Al respecto, la resistencia de algunas plantas al fuego se asocia con altos contenidos de agua almacenados en su interior, como son algunas especies en bosques tropicales secos. De igual forma, el contenido de humedad de la necromasa; materia vegetal muerta como árboles, ramas, hojas y raíces, controla la cantidad de material que se quema durante un incendio forestal.

1.3.4.5 Escorrentía

El agua que llega al suelo y no es retenida por éste, ni es absorbida por la vegetación, escurre por efectos de la gravedad a puntos más bajos del relieve, siguiendo la ruta que dicta la topografía, las condiciones del suelo y las capas litológicas. La ruta específica por la que viaje el agua determina la velocidad y calidad con la que llega a la parte baja de la cuenca. Los escurrimientos superficiales viajan mucho más rápido y con mayores sólidos en suspensión, que en el agua que logra penetrar a horizontes más profundos (Maass, 2003).

En ecosistemas perturbados, particularmente en aquellas condiciones en que el suelo queda expuesto al efecto directo de las gotas de lluvia, el escurrimiento superficial constituye la ruta más importante de salida de agua y elementos minerales al sistema (Maass, y otros, 1988 págs. 595-607). Desde estas condiciones, la escorrentía trae consigo problemas de erosión y pérdida de fertilidad en el sitio, inundaciones en las partes bajas de la cuencas; acumulación de sedimentos en ríos, lagos y presas, fenómeno conocido como azolve; enriquecimiento exagerado de los cuerpos de agua, fenómeno conocido como eutrofización, y en general contaminación de los cuerpos de agua (Maass, 2003).



1.3.4.6 Agua en la superficie del suelo

Como se mencionó, el albedo constituye la fracción de radiación de longitud de onda corta que es reflejada por una superficie. Esta puede variar desde un 5% en superficies muy oscuras, hasta más de 90% en superficies muy blancas. Dado que se trata de energía que se refleja o inutilizada, el albedo es muy importante pues establece los límites del balance energético del ecosistema y del balance hídrico; ya que están fuertemente ligados, y por lo mismo, juega un papel muy relevante en el control del microclima local. La influencia del agua en el albedo del ecosistema, depende del estado en que se encuentre, ya sea sólida, líquida o gaseosa.

El agua líquida del mar, lago o río refleja mucho menos energía estando en estado sólido, nieve o hielo. El suelo seco refleja mucho más la energía que el suelo húmedo. Las transformaciones en el ecosistema conllevan modificaciones en sus condiciones hidrológicas: drenados, inundaciones, etc. pueden traer consigo cambios importantes en el albedo local. Si estas transformaciones se presentan a grandes escalas, pueden inclusive generar modificaciones del clima local. De hecho, se piensa que las modificaciones en el albedo a escalas regionales en el norte de África por efecto del sobrepastoreo, son en gran medida las responsables de las severas sequías ocurridas en los últimos años (Charney, y otros, 1975).

Carácter integrador del agua

Brevemente, la cantidad, la calidad y la temporalidad del recurso hídrico están determinadas por procesos funcionales del ecosistema. Reconocer este carácter integrador del agua dentro del ecosistema es de suma importancia en cualquier intento por apropiarse del recurso hídrico. El agua está estrechamente ligada a los procesos funcionales del ecosistema, así como al uso y conservación. Esto es, el manejo sustentable del agua, tiene implícito el manejo sustentable del ecosistema (Maass, 2003).



1.3.5 Como elemento vital

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible vida en nuestro planeta.

La presencia de agua líquida en nuestro planeta ha permitido la implantación y desarrollo de los procesos vitales, cosa que no ha sido, hasta ahora, identificado en ningún otro astro. La vida está intrínsecamente relacionada con el agua. El ADN, gigantesca molécula que constituye la base de todos los organismos conocidos, requiere, para su metabolismo y reproducción, estar en contacto con una solución acuosa de características apropiadas. La mayoría de organismos viven en el agua, y los que no lo hacen, llevan consigo su propio microambiente acuoso. En definitiva, en este mundo, la vida no puede existir sin agua líquida. Recíprocamente, en los lugares en donde hay agua líquida, se dan las condiciones para el desarrollo de los procesos vitales (Antón, y otros, 2000).

Asimismo, el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan, es por tanto, un elemento indispensable para la subsistencia de la vida animal y vegetal del planeta.

Es decir, que “el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales”. Con base en esta premisa, este líquido vital constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos; además interviene de manera fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de gran variedad de seres vivos (FUSDA, 2008).

En resumen, si no hay agua no hay vida; tanto en una micro como macro escala, es, en efecto, un recurso natural no susceptible de sustitución, a diferencia del gas natural y el petróleo.



1.3.6 Como recurso natural

Podemos definir los recursos naturales como aquellos bienes, sustancias u objetos que se encuentran presentes en la naturaleza, los cuales son susceptibles de ser utilizados o aprovechados para satisfacer las necesidades de cierta sociedad, en un tiempo y espacio determinados. Por lo tanto se trata de una materia prima, abiótica, *verbigracia* el agua, o biótica, ejemplo los pescados y mariscos. También puede tratarse de una fuente de energía: energía solar, energía eólica o, por extensión, de los servicios ambientales que los recursos naturales dan, en el caso específico del agua, se le conocen como servicios ambientales hidrológicos.

Así pues, el agua es un recurso natural con potencialidad para ser utilizado o aprovechado por determinada sociedad para la satisfacción de sus necesidades. Por ejemplo, utilizar el agua para uso doméstico, industrial, agropecuario, etc., o bien destinar el agua como materia prima dentro de ciertos procesos productivos, directa o indirectamente.

Al abordar la temática del agua como recurso natural es necesario referirnos a los usos del agua, a continuación se desarrollan.

Los usos del agua, según la Ley de Aguas Nacionales, son los siguientes:

Uso Público Urbano: Se define como la aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal.

Uso Ambiental: Se especifica como el caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema;

Uso Agrícola: Se define como la aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera



enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

Uso en Generación de Energía Eléctrica: Se especifica como la aplicación de aguas nacionales para la generación de energía eléctrica y enfriamiento de máquinas destinadas a la generación de energía eléctrica.

Uso en otras Actividades Productivas

Dentro de estas actividades productivas encontramos los siguientes usos:

Uso pecuario: Se define como la aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprendan la transformación industrial; no incluye el riego de pastizales;

Uso Industrial: Se especifica como la aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como el agua que se utiliza en parques industriales, calderas, dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aun en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación y;

Uso en Acuicultura: Se define como la aplicación de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.

1.3.7 Suministros de agua

Los suministros de agua no son puros en el sentido de que estén desprovistos de todos los productos químicos disueltos como sucede con el agua destilada, desionizada. En los primeros tiempos de la química, se conocía al agua como el disolvente universal debido a su capacidad para disolver lentamente cualquier



cosa con la que llegara a estar en contacto, desde gases hasta rocas. Así, conforme la lluvia cae a través de la atmósfera, discurre sobre y a través de la superficie de la tierra, está constantemente disolviendo la materia, creando un registro químico de su paso desde las nubes. Por lo tanto, los suministros de agua tienen una variedad natural en la calidad, la cual depende enormemente del origen del suministro. Todas nuestras agua provienen del ciclo del agua y es este proceso el que controla nuestros recursos del agua (Gray, 1996).

Cabe indicar que los principales suministros de agua provienen de dos fuentes: el agua superficial y el agua subterránea.

1.4 De las aguas residuales

Toda la población en la realización de sus actividades diarias, cualquiera que sea su ubicación geográfica, su cultura, sus costumbres, sus leyes y demás aspectos sociales, consume bienes y servicios y ello, consecuentemente genera residuos, pudiendo estos ser sólidos, líquidos o gaseosos. Estos residuos debido a su ineficiente o nulo manejo suelen combinar y consiguientemente contaminarse, con elementos naturales como el aire o el agua, lo cual ocasiona un desequilibrio ecológico en el medio ambiente con todas las implicaciones que ello conlleva.

Por otra parte, una de las principales causas de contaminación del agua, así como de los elementos bióticos y abióticos que interactúan con ella, es la generación y falta de tratamiento de las aguas residuales, principalmente cuando estas se reincorporan a otros cuerpos de agua o suelos no contaminados, derivado del uso urbano, industrial, doméstico, agrícola etc.

En particular, el agua residual se compone, esencialmente, por el agua potable, de abastecimiento, después de haber sido contaminada, y consecuentemente modifica sus características físicas y químicas originales, por los diversos usos a que los cuales ha sido sometida. Podemos definir las aguas residuales, desde el punto de vista de su fuente, como una combinación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos disueltos o en suspensión, según sea el caso, procedentes



del uso doméstico, comercial, industriales, agropecuario, entre otros, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan combinarse entre sí.

Estas aguas residuales modificaciones organolépticas, estéticas y sensoriales: olores desagradables, coloración, etc. Puede haber crecimiento de roedores, principalmente ratas y moscas capaces de transmitir enfermedades (Kuklinski, 2011).

Estas aguas residuales pueden contaminar aguas naturales, lo cual puede derivar en intoxicaciones de la población que consuma la consuma, además puede alterar los ecosistemas y contaminar los suelos por donde circulan. También pueden contaminar alimentos, por lo general de forma indirecta a través del regadío o a través de vectores como las ratas o las moscas. Si esta agua se vierte en el mar pueden contaminar la fauna marina (Kuklinski, 2011).

Por otra parte la NOM-001-SEMARNAT-1996 en su Artículo 3.3, define como aguas residuales: *Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.*

En nuestro criterio, las principales causas que contribuyen a la contaminación del agua (y consecuentemente a la generación de aguas residuales) son las siguientes:

- Crecimiento demográfico;
- Metabolismo industrial/ Proceso productivos más sofisticados;
- Producción/consumismo desmedido e irracional;
- Deficiencia o ausencia de programas para el manejo integral de residuos sólidos, así como para el tratamiento de las aguas residuales, y;
- Falta de cultura del agua.



1.4.1 Determinación de la calidad de las aguas residuales

La determinación de la calidad de las aguas residuales suele medirse mediante dos métodos; el método físico-químico, y el método biológico, los cuales serán expuestos a continuación, señalando los indicadores que cada método contempla.

1.4.1.1 Métodos físico-químicos

Se basan en el estudio de los factores físico-químicos del agua, y se llevan a cabo mediante una toma de muestras de los sistemas acuáticos, con la determinación de sus características físicas y con análisis de sus componentes químicos. Estos métodos dan información valiosa, pero se refieren únicamente al instante en que se obtuvo la muestra, por lo tanto, pueden dar resultados muy alarmantes, o al contrario, pasan desapercibidos ciertos factores que pueden ser decisivos para un uso determinado del agua. No indican el estado anterior al de la toma de muestras ni la capacidad de recuperación natural después de un aporte contaminante, tanto en el tiempo como en el espacio (Seoánez, 2003 pág. 91)

Así mismo, los indicadores físico-químicos respecto a la calidad de las aguas residuales, son los siguientes:

Color, olor, materiales en suspensión, turbidez, temperatura, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, potencial de óxido-reducción, indicadores de contaminación orgánica, carbono orgánico total, demanda total de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, autoconsumo de oxígeno en 48 horas, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y determinación de nitritos.

1.4.1.2 Métodos biológicos

A su vez, los métodos biológicos se fundamentan en el estudio de las comunidades de animales y de plantas acuáticas. Dado que cada biocenosis o cada comunidad responden a las condiciones físico-químicas del medio en que vive, cualquier alteración en éstas induce cambios que se manifiestan en la sustitución de unas especies por otras, o por la variación del número y proporción



de cada una de ellas. Por ejemplo, la del grado de alteración de la condición biológica de la misma cuando se inducen sustancias tóxicas, materia orgánica que pueda descomponerse, o cualquier forma de energía (Seoáñez, 2003 pág. 91).

1.4.2 Efectos de la contaminación por las aguas residuales

Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo de agua receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa contaminación solamente cuando en ella se introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma (Romero, 1999 págs. 28-30).

En los siguientes cuadros se evidencian los efectos más importantes de los principales agentes contaminantes de las aguas residuales:

Cuadro 1	
Efectos indeseables de las aguas residuales	
Contaminante	Efecto
Materia orgánica biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia Suspendida	Deposición en los lechos de los ríos: si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases; cubre el fondo e interfiere con la reproducción de los peces o transforma la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas,	Extinción de especies y vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la



cianuros, metales, fenoles, etc.	autopurificación.
Microorganismos patógenos	Las aguas residuales domesticas pueden transportar organismos patógenos, los residuos de curtiembre ántrax.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor, etc.	El incremento de la temperatura afecta los peces; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que transforman el equilibrio ecológico	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes Minerales	Incrementan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.
<i>Fuente: (Romero, 1999 pág. 29)</i>	

En el cuadro 1 se muestra la relación entre la presencia de contaminantes y sus efectos en el agua residual, así como de los usos secundarios.



Cuadro 2

Contaminantes de importancia en aguas residuales

Contaminante	Causa de su Importancia
Sólidos suspendidos	Pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descargan aguas residuales crudas en un medio acuático.
Materia orgánica biodegradable	Está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Se mide en términos de DBO y DQO generalmente. Si no es previamente removida puede producir oxígeno disuelto de la fuente receptora y desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Producen enfermedades.
Nutrientes	El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales se pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descarga en cantidad excesiva sobre el suelo pueden producir contaminación del agua subterránea.



Materia orgánica refractaria	Resiste tratamiento convencional. Ejemplos: detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales pesados	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que deban ser removidos para el reúso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reúso del agua.
<i>Fuente: (Romero, 1999 pág. 29)</i>	

En el cuadro 2 se muestra el conjunto de Contaminantes de importantes de considerar en las aguas residuales con base en la relación de la cauda y tipo de contaminante.



Cuadro 3

Contaminantes de importancia en aguas residuales

Contaminante	Parámetro de medida	Impacto Ambiental
Materia orgánica biodegradable	DBO, DQO	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.
Materia suspendida	SS Totales, SS Volátiles	Causan turbiedad en el agua, deposita lodos.
Patógenos	Coliformes fecales	Hacen el agua insegura para consumo y recreación.
Amoníaco	NH ₄ – N	Desoxigena el agua, es toxico para organismos acuáticos y puede estimular el crecimiento de algas.
Fósforo	Ortofosfatos	Puede estimular el crecimiento de algas.
Materiales tóxicos	Como cada materia tóxica	Peligroso para la vida vegetal y animal.



Sales inorgánicas	SDT	Limita usos agrícolas e industriales del agua.
Energía térmica	Temperatura	Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos acuáticos.
Iones Hidrógeno	pH	Riesgo potencial para organismos acuáticos.
<i>Fuente: (Romero, 1999 pág. 30)</i>		

Respecto al cuadro 3 se exponen los contaminantes de importancia en las aguas residuales a través de la relación del tipo de contaminante, parámetro de medida y el consiguiente impacto ambiental.



1.5 Marco Jurídico Vigente de las Aguas Residuales en México

En términos generales, el marco legal vigente de las aguas residuales en México se integra por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley de Aguas Nacionales, el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y las Normas Mexicanas, respectivamente (NMX's).

En el gráfico 1 se muestra la jerarquía del Marco Jurídico de las Aguas Residuales en México

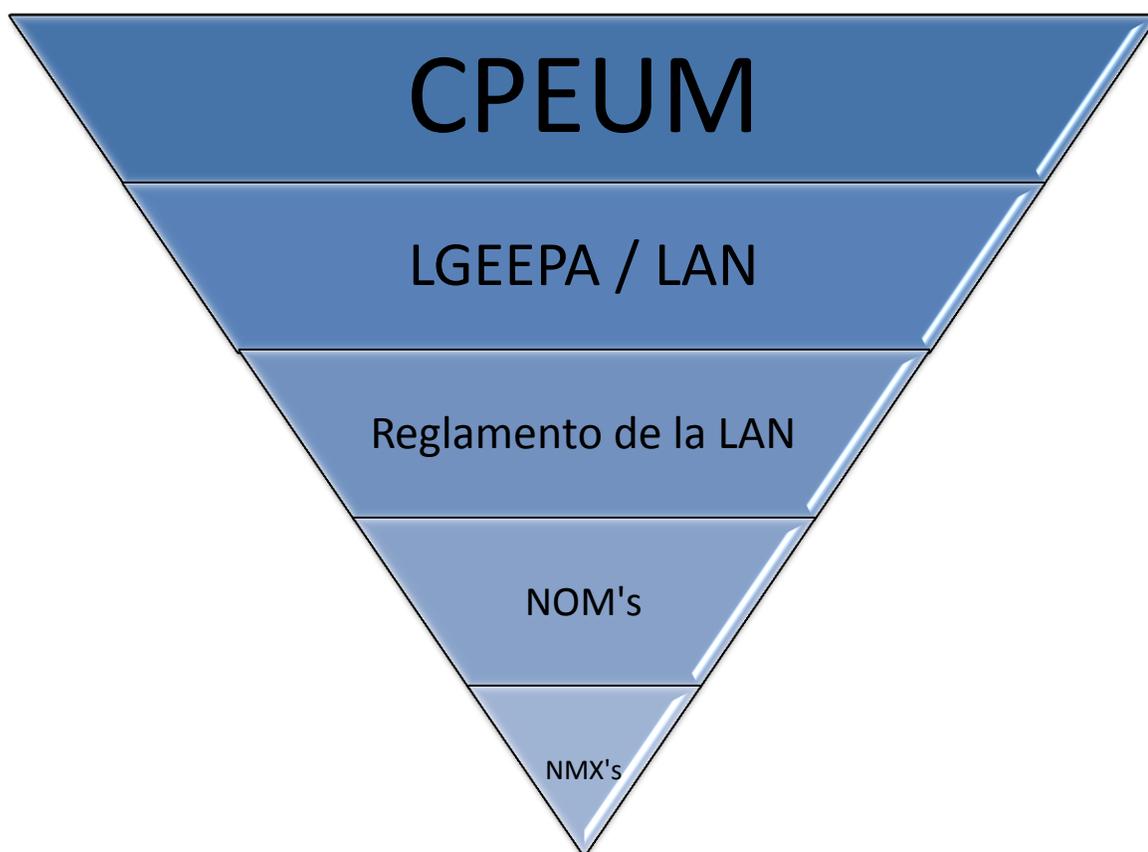


Gráfico 1. Marco Jurídico Vigente de las Aguas Residuales en México.

Fuente: Elaboración propia, marzo de 2014.



En el gráfico 1 se muestra tanto el nivel jerárquico como la importancia y la comprensión jurídica de arriba hacia abajo, en relación con los diversos ordenamientos jurídicos que contempla el marco jurídico de las aguas residuales.

A continuación, *grosso modo*, se exponen dichos ordenamientos jurídicos en lo relativo a las aguas residuales, conforme a su orden jerárquico. Cabe mencionar que la LGEEPA y la LAN se ubican en el mismo nivel, es decir, tienen la misma jerarquía jurídica.

1.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El Artículo 4 Constitucional, párrafo quinto establece el derecho humano de todo mexicano al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en cantidad y calidad apta, de manera que el recurso hídrico sea suficiente, salubre, aceptable y asequible. Por otra parte, el precepto jurídico en comento obliga al Estado, a través de sus respectivos organismos e instituciones, a garantizar este derecho, definiendo las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, establecidos en la concurrencia de sus respectivas atribuciones entre los tres niveles de gobierno, y coadyuvado con la participación ciudadana.

Por su parte, el Artículo 27 Constitucional define los bienes y las aguas nacionales², y establece el derecho que tiene la Nación para imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, y las cuales tiendan hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con la finalidad de hacer una justa distribución de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el crecimiento equilibrado del país, mejora de la calidad de vida de sus habitantes y la procuración del equilibrio ecológico de los ecosistemas.

También es importante señalar lo establecido en el Artículo 115, fracción tercera, inciso a). En él que establece que los servicios de agua potable, drenaje,

² Se recomienda revisar la definición de Aguas Nacionales del Glosario.



alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, correrán a cargo de los Municipios, dentro de sus respectivas competencias.

1.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El Artículo 92 de la LGEEPA, modificado en 1996, establece que las autoridades deben promover, entre otras cosas, el tratamiento de las aguas residuales y su reúso, con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio. Por ello, uno de los criterios ecológicos establecidos por la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación consiste en que el aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir contaminación, lo cual conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su uso en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas (Artículo 117, fracción III) (Valdez, 2003).

Congruente con este criterio de tratamiento, el Artículo 129 dispone que el otorgamiento de asignaciones, autorizaciones, concesiones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en actividades económicas, susceptibles de contaminar dicho recurso, estarán condicionados por el tratamiento previo necesario de las aguas residuales que se generen. Para asegurar el cumplimiento de este deber, el Artículo 126 de la LGEEPA establece que los sistemas de tratamiento de las aguas residuales de origen urbano que diseñen, operen o administren los municipios, las autoridades municipales o el Gobierno del Distrito Federal, deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan (Valdez, 2003).

En seguida, el Artículo 127 dispone que, con base en los estudios de la cuenca y sistemas correspondientes, la SEMARNAT, en coordinación con la Secretaría de Salud, emitirán su opinión para la programación y construcción de obras e instalaciones de tratamiento de aguas residuales de origen industrial (Valdez, 2003).



Por su parte, en materia de reuso de las aguas residuales, el párrafo primero del Artículo 128 dispone que las aguas residuales provenientes de los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano podrán utilizarse en la industria y en la agricultura si se someten en los casos que se requiera, al tratamiento que cumpla con las normas oficiales mexicanas emitidas por la secretaría, y en su caso, por la Secretaría de Salud, y agrega el párrafo segundo del mismo precepto que, en los aprovechamientos existentes de aguas residuales en la agricultura, se promoverán acciones para mejorar la calidad del recurso, la reglamentación de los cultivos y las prácticas de riego (Valdez, 2003).

1.5.3 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es reglamentaria de los párrafos quinto y sexto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establece la propiedad originaria de la nación sobre las tierras y aguas, y expresa que el dominio de ésta sobre las aguas nacionales es inalienable e imprescriptible.

En materia de atribuciones de la Comisión Nacional del Agua, el Artículo 86 de la LAN establece las siguientes acciones: 1) promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos de acuerdo con las normas oficiales mexicanas respectivas y las condiciones particulares de descarga (fracción I); 2) formular programas integrales de protección de los recursos hidráulicos en cuencas hidrológicas y acuíferos, considerando las relaciones existentes entre los usos del suelo y la cantidad y calidad del agua (fracción II); 3) establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales que se generen en bienes y zonas de jurisdicción federal; de aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales, o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos; y en los demás casos previstos en la LGEEPA (fracción III); 4) autorizar, en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar, y en coordinación con la Secretaría de Marina cuando provengan de fuentes móviles o plataformas fijas (fracción IV); 5)



vigilar, en coordinación con las demás autoridades competentes, que el agua suministrada para consumo humano cumpla con las normas de calidad correspondientes, y que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua emitidas para tal efecto (fracción V); 6) promover o realizar las medidas necesarias para evitar que basura, desechos, materiales y sustancias tóxicas y lodos, producto del tratamiento de aguas residuales, contaminen las aguas superficiales o del subsuelo, y los bienes nacionales que señala el Artículo 113 (fracción VI), y 7) ejercer las atribuciones que corresponden a la federación en materia de prevención y control de la contaminación del agua y de su fiscalización y sanción, en los términos de la LGEEPA, salvo que corresponda a otra dependencia conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (fracción VII) (Valdez, 2003).

Uno de los procedimientos básicos para el ejercicio de estas atribuciones son las Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, que la CONAGUA debe expedir y hacer publicar en el Diario Oficial de la Federación. En esas declaratorias, la comisión debe determinar los parámetros que habrán de cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas (Artículo 87).

Los restantes preceptos de este Título Séptimo la LAN están destinados a regular las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como los casos de infiltración en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos, cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. La idea fundamental es que estas descargas requieren de permiso de la comisión, pero ésta puede sustituir el permiso por un aviso mediante acuerdos de carácter general por cuenca, acuífero, zona, localidad o usos. En todo caso, corresponde a los municipios el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado. Esto es lo que dispone el Artículo 88 de la LAN. Por otra parte, la comisión puede ordenar la suspensión de las actividades que dan origen



a las descargas de aguas residuales, en los casos previstos en el Artículo 92 de la LAN, e incluso puede revocar el permiso de descarga de dichas aguas en los casos señalados en el Artículo 93 de la LAN. Además, la comisión debe realizar la inspección o fiscalización de las descargas de agua residual para verificar el cumplimiento de la LAN para constatar sus resultados en actas circunstanciadas que pueden servir de base para la aplicación de las sanciones legales (Artículo 95) (Valdez, 2003).

Es importante señalar que la explotación, uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de aguas residuales pueden motivar el pago de derechos. El Artículo 276 de la Ley Federal de derechos prescribe:

“Están obligados a pagar el derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, las personas físicas o morales que descarguen en forma permanente, intermitente o fortuita, aguas residuales en ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, así como los que descarguen aguas residuales en los suelos o las infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, en los términos de los dispuesto en esta Ley”.

Esta disposición es incorporada en el párrafo segundo del Artículo 112 de la LAN, que a la letra dispone:

“La explotación, uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de descargas de aguas residuales motivará el pago del derecho que establece la Ley Federal de derechos. El pago es independiente del cumplimiento de lo dispuesto en esta ley sobre la prevención y control de la calidad del agua; de lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y en la Ley General de Salud”.



1.5.4 Síntesis del marco jurídico vigente en materia de tratamiento de aguas residuales

Cuadro No. 4

<i>Síntesis del Marco Jurídico en materia de Tratamiento de Aguas Residuales</i>	
<p>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</p>	<p>Establece la obligación del Estado de garantizar el derecho fundamental del hombre de un medio ambiente adecuado para su bienestar y desarrollo.</p> <p>Se establece la responsabilidad ambiental.</p> <p>Se establece la propiedad de la nación en relación con los recursos hídricos.</p> <p>Se establece la definición de aguas y bienes nacionales.</p> <p>Establece el derecho fundamental del hombre al recurso hídrico en la cantidad y calidad necesarias.</p>
<p>Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento</p>	<p>Establece las atribuciones de la CNA en materia de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Establece las condiciones para el aprovechamiento o uso de los bienes e dominio público.</p> <p>Establece las declaratorias de clasificación de los cuerpos de aguas nacionales.</p> <p>Establece los permisos de descarga de aguas residuales.</p>



<p>Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente</p>	<p>Establece que las autoridades deben promover, el tratamiento de las aguas residuales y su reúso, con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio.</p> <p>Establece la responsabilidad ambiental en materia de aguas residuales, respecto a los agentes contaminantes</p> <p>Establece la posibilidad del reúso y aprovechamiento de las aguas tratadas.</p>
<p>Normas Oficiales Mexicanas</p>	<p>La NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996 establecen los límites máximos permisibles en materia de tratamiento de aguas residuales tanto para descargas a bienes y aguas nacionales, así como para sistemas urbanos y/o urbanos de alcantarillado, respectivamente. Por su parte, la NOM-003-SEMARNAT-1997 establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas, y su reúso en servicios al público.</p>
	<p>Establecen los métodos de prueba y/o verificación de las Normas Oficiales</p>



Normas Mexicanas	Mexicanas en materia de tratamiento de aguas residuales.
<i>Fuente: Elaboración propia con base en diversos ordenamientos jurídicos vigentes, 2013.</i>	

En el cuadro 4 mostramos la relación entre el tratamiento de aguas residuales respecto a los ordenamientos jurídicos vigentes que la contemplan, así como su jerarquización. Con ello, damos cuenta de los cimientos del derecho fundamental del hombre al recurso hídrico; en calidad y cantidad necesaria. También se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para descargas a bienes y aguas nacionales, así como a los sistemas de alcantarillado público y urbano.

En este marco consideramos la normatividad sobre la calidad del agua tratada que se destina a usos públicos que tienen contacto directo o indirecto con la población.

1.6 La gestión integral de los recursos hídricos

Una gestión eficiente del agua es un requisito fundamental para el desarrollo sustentable a largo plazo en los países de Latinoamérica y el Caribe. Los esfuerzos de hoy en día, están encaminados a disminuir la pobreza y generar empleo en todos los países de la región, con el fin de mejorar los actuales estilos de vida de la gente. Sin embargo, sólo podrán tener, cuando mucho, un éxito parcial, ya que no hacen énfasis en el manejo eficiente y equitativo de los limitados recursos hídricos de cada país. A menos que se tomen las medidas explícitas para mejorar los distintos procesos de gestión del agua, es probable que se tomen medidas explícitas para mejorar los distintos procesos de gestión del agua, es probable que las iniciativas de desarrollo fracasen, o al menos, nos sean efectivas en cuanto a sus costos y tomen un largo tiempo para lograr los objetivos propuestos por los planeadores (Biswas, 2003).

O sea, la gestión de los recursos hídricos debe de recibir el más alto nivel de prioridad en las políticas públicas de casi todas las naciones de la región (Latinoamérica). De otra manera los avances en el manejo del agua y las prácticas de desarrollo no serán alcanzados oportunamente, además el mejoramiento de las



condiciones económicas y la distribución de ingresos regionales, será más lenta, menos efectiva y sustentable, que las expectativas de la población y los políticos. En tal escenario, de no ser satisfechas las expectativas, surgirán movimientos sociales y conflictos en el futuro (Biswas, 2003).

1.6.1 De la definición de gestión

La gestión puede definirse como el conjunto de acciones encaminadas a la obtención de ciertas metas u objetivos comunes. De esta manera, la importancia de la gestión radica en que con base en su implementación, se pueden obtener los resultados que se plantearon en un principio, optimizando y tiempos y recursos.

Por otra parte, podemos definir a la administración como: “la actividad humana que tiene como objetivo coordinar los recursos con los que cuenta una organización y lograr en forma eficiente y satisfactoria los objetivos individuales e institucionales” (Díaz, 2003). Con base en ello se puede notar, que la gestión es sinónimo de administración, y de igual manera, mantiene una estrecha relación con el proceso administrativo, toda vez que la gestión se integra por varias fases, las cuales son: La planeación, la organización, la integración, la dirección y el control.

Así pues, podemos definir a la gestión como aquel proceso integrado por las fases de planeación, organización, integración, dirección y control de los recursos de una organización, con la finalidad de la obtención de metas u objetivos comunes.

1.6.2 De la gestión ambiental

El diccionario se refiere al término gestión como la realización de diligencias para conseguir un objetivo; en caso del medio ambiente, el objetivo consiste, de acuerdo con la declaración explícita del Acta única de la Unión Europea, en que la sociedad disponga de una elevada calidad ambiental; esto tiene consecuencias notales en el estilo de desarrollo de las actividades que le soportan. Al nivel de estas últimas, dicho objetivo apunta a la integración en su entorno, la gestión ambiental afectará, a los dos elementos implicados en los problemas ambientales:



al elemento activo, es decir, las actividades que están en la causa y que son el vínculo del desarrollo al pasivo, los factores ambientales que reciben los elementos, y las relaciones e influjos mutuos (Gómez, 2002).

Cabe decir que el concepto de gestión ambiental conlleva implícito el objetivo de eficiencia, por lo que la gestión ambiental involucra el aprovechamiento de los recursos naturales de modo racional y “rentable” empleando criterios de materia y energía, en una escala de tiempo y espacio definido. Para ello se debe concienciar e introducir una filosofía de ahorro y aprovechamiento sostenible en el actuar de los seres humanos, lo cual permita el desarrollo y equilibrio ecológico de las poblaciones, procurando que el impacto ambiental sea el mínimo posible respecto a las actividades antrópicas (principalmente metabolismo industrial) que se suscitan en el entorno natural, o bien, llevar a cabo las directrices necesarias para disminuir o mitigar los efectos negativos derivados del agente tensor que origina el estrés ambiental, y que ocasiona el impacto ambiental.

Como se ha dicho, la gestión ambiental implica la práctica totalidad de las actividades humanas, ya que transcurren o afectan al medio en mayor o menor grado, y está supeditada a una ordenación previa del territorio y de los usos del mismo. Esta ordenación marca los usos al que puede destinarse el suelo, en función de su aptitud potencial como terreno agrícola, como poseedor de minerales aprovechables, como suelo industrial en función de su escasa aptitud para un uso más directo, como residencial con relación a la existencia de agua disponible y de una climatología adecuada, o como reservado en función de su valor natural intrínseco, entre otros. Una vez que se ha establecido la ordenación, se diseña una estrategia para gestionar cada parte y uso. A la gestión más o menos productivista o economicista, diseñada para la explotación y aprovechamiento del suelo, se superpone la gestión ambiental. Por ello Kuklinski (2011) señala que “la gestión ambiental es el conjunto organizado de actuaciones destinadas a conseguir el mínimo impacto de la presencia y de la actividad humana sobre el medio ambiente. Muchos de los problemas medioambientales



pueden minimizarse y en parte solventarse con una adecuada gestión medioambiental”.

Así pues, por gestión ambiental se entiende como aquel proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio, intra e intergeneracionales.

1.6.3 De la gestión integral de los recursos hídricos

Durante los últimos años, la degradación ambiental en México ha pasado a ser un tema principal en el debate nacional, puesto que afectan la gobernabilidad y la sustentabilidad de la sociedad en su conjunto. Los problemas de degradación de suelos, deforestación, sobreexplotación y deterioro de recursos hídricos y pérdida de biodiversidad, dejaron de considerarse como simple dato estadístico para construir la causa de numerosos conflictos sociales. Este panorama propició que en la agenda actual, temas relacionados como el agua y el manejo forestal se presenten como asuntos de seguridad nacional (Cotler, 2004).

Especialmente, en la última década se ha fortalecido el sistema institucional para la gestión ambiental, principalmente en temas relacionados con los recursos hídricos. Sin embargo, durante este tiempo los problemas ocasionados por la escasez de agua, la disminución de su calidad y el aumento de desastres “naturales”, como inundaciones, se han registrado con mayor frecuencia (Cotler, 2004).

La administración tiene consecuencias económicas sociales y medioambientales. Las instituciones del sector del agua regulan quién recibe qué, cuándo lo recibe y cuánto ha de recibir. En este sentido, una administración adecuada puede hacer disminuir los riesgos políticos y sociales, así como los fracasos y la rigidez institucionales. También puede mejorar la capacidad para enfrentarse a problemas compartidos. La investigación demuestra la fuerte relación causal entre una mejor



administración y mejores resultados de desarrollo, como renta per cápita más alta, menor mortalidad infantil y mayor índice de alfabetización (Kaufmann, 1999).

Ante esta situación, es apremiante un cambio de paradigma en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral. Considerando que los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de todos sus elementos, en el tiempo y en el espacio, es imposible solucionar un problema ecosistémico manipulando sólo uno de ellos: el agua (Cotler, 2004).

De esta manera, y en términos generales, se llama gestión de agua al conjunto de decisiones que afectan y condicionan el uso que se hace de ella. La gestión incluye, entonces, las decisiones que se toman en relación con una extensa gama de acciones, como: desarrollar, ordenar, habilitar, gestionar, administrar, manejar, preservar, proteger, recuperar, aprovechar, conservar, distribuir el agua (Domingo, 2010).

La GIRH es un concepto empírico que nace de la propia experiencia de campo de los profesionales. Aunque muchos de los elementos del concepto han estado presentes durante décadas, de hecho desde la primera conferencia global en Mar del Plata en 1977. Sin embargo, no fue hasta después de la Agenda 21 y de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en 1992 en Río cuando el concepto de GIRH fue objeto de profundos debates que incluían sus implicaciones en la práctica. La definición que da la Asociación Mundial para el Agua de la GIRH es hoy la más aceptada: “La GIRH es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (ONU-Agua, 2009).



1.6.4 Alcances de la Normatividad Oficial Mexicana y del agua

A continuación, *grosso modo*, se describe la utilidad y relevancia de los puntos que competen al presente capítulo.

En el punto 1.1 se aborda lo referente a los aspectos preliminares de las NOM's, para ello, se trata lo relativo a la definición de normas en términos generales, así como en términos jurídicos, y la jerarquía que guardan entre ellas.

La relevancia del presente punto es que nos permite comprender que son las NOM's y la jerarquía que guardan dentro de nuestro sistema jurídico mexicano vigente.

En el punto 1.2 nos permite conocer los antecedentes históricos de las NOM's, para con ello, encontrarnos en posibilidad de identificar el origen y fundamento de dichas normas. Por otra parte, se describe el proceso de normalización en nuestro país, así también como el Programa Nacional de Normalización 2013 y su contenido en materia de aguas residuales, la Comisión Nacional de Normalización y los Comités Consultivos de Normalización.

La utilidad de este punto, es el conocer lo que se tiene y lo que se ha hecho en nuestro país respecto al proceso de normalización en términos generales, así como en materia de tratamiento de aguas residuales. El presente punto también establece las autoridades mexicanas y sus atribuciones en materia de normalización.

En el punto 1.3 se expone lo referente al agua, para ello se explica qué es el agua, considerada como un recurso biótico, su papel en el ciclo del agua y como elemento integrador de los procesos funcionales del ecosistema, porque se le considera un recurso vital y natural, y los suministros de éste recurso hídrico.

En presente punto nos permite conocer la relevancia e importancia que tiene el recurso hídrico, desde el punto de vista biótico, abiótico y antropogénico.



En el punto 1.4 se trata lo relativo a las aguas residuales, para ello se aborda la determinación de las aguas residuales mediante métodos físico-químicos y biológicos, así como los efectos derivados de la contaminación de aguas residuales. Además, permite saber que son las aguas residuales, cómo se determina la calidad de ésta, así como identificar los efectos que derivan de la contaminación por aguas residuales.

El punto 1.4 permite identificar los ordenamientos jurídicos mexicanos vigentes que tienen relación con el tratamiento de las aguas residuales, así como el contenido de éstos. Ello nos conduce a conocer los derechos y obligaciones en materia de tratamiento de aguas residuales de los gobernados y gobernantes de nuestro país.

Por su parte, el punto 1.5 refiere al marco jurídico vigente en materia de tratamiento de aguas residuales, para ello se analizó la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Mexicanas en materia de tratamiento de aguas residuales.

Por último en el punto 1.6 se aborda el concepto de la Gestión Integral del Recurso Hídrico, para ello se emite la definición de gestión, gestión ambiental, y gestión integral del recurso hídrico, También conlleva a conocer los elementos que integran el concepto de Gestión Integral del Recurso Hídrico, para analizar la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales, y con ello saber si es o no un instrumento jurídico que promueve la gestión del recurso hídrico antes mencionada.



Capítulo 2. Relación de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales con la gestión integral del recurso hídrico

2.1 De las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental

Grosso modo, en este apartado se presentan las ideas centrales que conciernen a la normatividad oficial mexicana en materia de tratamiento de descarga de aguas residuales.

Los fundamentos de esta exposición son referidos en la clasificación propuesta por SEMARNAT, la cual las clasifica en normas (NOMs) en materia de:

En Materia de Aguas Residuales:

Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales,

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal;

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, y;

En materia de protección de flora y fauna:

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

En materia de suelos



Norma Oficial Mexicana NOM-060-SEMARNAT-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

En materia de Impacto ambiental

Norma Oficial Mexicana NOM-149-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos petroleros en las zonas marinas mexicanas.

Norma Oficial Mexicana NOM-143-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

En materia de la Comisión Nacional del Agua

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, que establece la infiltración artificial de agua a los acuíferos - Características y especificaciones de las obras y del agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-014-CONAGUA-2003, que establece los requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-CONAGUA-1995, que establece la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable-Especificaciones y métodos de prueba.



Norma Oficial Mexicana NOM-013-CONAGUA-2000, que establece las redes de distribución de agua potable-Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, que establece la conservación del recurso agua-Especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-CONAGUA-1997, que establece los requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-CONAGUA-1996, que establece los requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, que establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-1995, que establece el sistema de alcantarillado sanitario-Especificaciones de hermeticidad. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales.

En Materia de lodos y biosólidos

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, que establece la protección ambiental- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

En Materia conjunta con otras secretarías

Norma Oficial Mexicana NOM-245-SSA1-2010, que establece los requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.



Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT4-2007, que establece la administración de la seguridad operacional y prevención de la contaminación por las embarcaciones y artefactos navales.

A saber es por esto que sólo, en el presente apartado, se describen las concernientes a aguas residuales.

2.2 Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales

La población, en su totalidad, sea la realización de sus actividades cotidianas, sea ubicación geográfica, cultura, sistema económico y político, consume bienes y servicios, y ello, consecuentemente genera residuos, que bien pueden ser sólidos, líquidos y/o gaseosos. Éstos, debido a su ineficiente o nulo manejo suelen combinarse con otros elementos de la naturaleza y consiguientemente se contaminan, y ello ocasiona un desequilibrio ecológico que afecta en las condiciones económicas, sociales y políticas.

Las aguas residuales se componen, esencialmente, por el agua potable (de abastecimiento), que ha sido contaminada, y consecuentemente modificada en sus características físicas y químicas originales, por los diversos usos a los que fue sometida. Es decir, se puede definir a las aguas residuales como aquella combinación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos disueltos o en suspensión, según sea el caso, procedentes del uso doméstico, comercial, industriales, agropecuario, entre otros, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan combinarse entre sí.

En términos generales, las principales causas que contribuyen a la contaminación del agua, y consecuentemente a la generación de aguas residuales, son las siguientes: Crecimiento demográfico; metabolismo industrial/proceso productivos más sofisticados; producción/consumismo desmedido e irracional; deficiencia o ausencia de programas para el manejo integral de residuos sólidos, así como para el tratamiento de las aguas residuales; falta de cultura del agua y; generación y falta de tratamiento de las aguas residuales, principalmente



cuando estas se reincorporan a otros cuerpos de agua o suelos no contaminados. Con base en ello, es necesario mencionar algunos aspectos preliminares para comprender las NOMs (Artículo 3.3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996 sobre aguas residuales), que a la letra dice:

“Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas”.

En otras palabras, las aguas residuales son todas las descargas derivadas de diversos usos: municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios y domésticos, entre otras, o bien, la mezcla de éstas.

Para el análisis de las NOMs concernientes a las aguas residuales conviene definir su campo semántico que abarca: cuerpos receptores, promedio diario y mensual, y muestra simple y compleja, los cuales se exponen a continuación:

a). Cuerpo receptor. El numeral 3.10 de la NOM-001-SEMARNAT-1996 lo define como: Las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

Los cuerpos receptores conforme a lo establecido en la Ley Federal de Derechos, pueden ser: Ríos, embalses naturales y artificiales, aguas costeras y suelo; de los cuales se derivan, en cada uno, los diversos tipos de uso.

Ríos:

Tipo A. uso para riego agrícola;

Tipo B. uso público urbano;

Tipo C. uso para protección de la vida acuática.

Embalses naturales y artificiales:



Tipo B. uso para riego agrícola

Tipo C. uso público urbano.

Aguas costeras

Tipo A. uso para explotación pesquera, navegación y otros usos.

Tipo B. uso para recreación

Tipo B. uso para estuarios.

Suelo:

Tipo A. uso para riego agrícola;

Tipo B. humedales naturales.

Cabe señalar que la clasificación establecida en la Ley Federal de Derechos (2013), avala los tipos de cuerpos receptores, los límites máximos permisibles para contaminantes básicos, y los límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros. Este referente jurídico sienta las bases para la instrumentación jurídica de su cometido, por medio del establecimiento de normas técnicas que permiten de facto su aplicación., y pueden ser NOMs o normas mexicanas (NMX). Para fines de este trabajo sólo se consideran las NOMs en materia de tratamiento de aguas residuales.

b). Promedio diario y promedio mensual. Conforme a lo establecido por el numeral 3.21 de la NOM-001-SEMARNAT-1996, se entiende por promedio diario (PD): “el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso del parámetro grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta”. En tanto, el promedio mensual (PM) señalado en el numeral 3.22 de la NOM-001-SEMARNAT-1996, es “el promedio mensual el valor que resulte de calcular el



promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas (Promedio diario)”.

c). Muestra simple y muestra compuesta. Respecto a lo establecido por el numeral 3.19 de la NOM-001-SEMARNAT-1996, la muestra simple se refiere a: “ La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo”.

En relación con el volumen necesario de cada muestra simple para formar la muestra compuesta se debe determinar por la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times (Qi / Qt)$$

Dónde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples “i”, litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = $\sum Qi$ hasta Qn , litros por segundo.

Ahora, en relación con la muestra compuesta, el numeral 3.18 de la NOM-001-SEMARNAT-1996 establece que es “la que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en el cuadro 5.



Cuadro 5

Frecuencia de Muestreo

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo entre toma de muestras simples (Horas)	
		Mínimo N.E.	Máximo N.E.
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Notas. N.E. = No especificado

Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996.

El cuadro 5 evidencia la relación entre frecuencia de muestreo respecto a las horas por día que opera el proceso generador de la descarga, para tener una muestra compleja objetiva. Así, el intervalo entre toma de muestras simples es resultado del número de muestras simples conforme al rango de descarga del proceso generador.



Por otra parte, con relación a la determinación del volumen de la muestra compuesta, cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

Ahora conviene hacer explícito el conjunto de NOMs que integran la Normatividad Oficial Mexicana vigente en materia de tratamiento de aguas residuales, a continuación se listan:

- **Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996**, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996**, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y;
- **Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997**, establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

En suma, la estructura del análisis de las NOMs incluye los siguientes elementos:

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación; autoridad que emite; fundamento jurídico; objeto Jurídico; excepciones de aplicación; referencias; límites máximos permisibles; métodos de prueba; verificación; grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales; observancia de la norma y modificaciones históricas de la norma.

Cabe señalar que los elementos anteriormente señalados, así como la relevancia de éstos, serán los mismos en las tres NOMs que a continuación se presentan:



2.3 Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996

Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de *contaminantes* en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales³.

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 24 de Junio de 1996. La relevancia de la fecha de publicación de la referente norma radica en que un día después de emisión cobra vigencia y consecuentemente es de aplicación obligatoria.

Autoridad que emite: En su origen fue emitida por la Secretaría de Ecología, pero el 23 de abril de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. La relevancia de este elemento versa en que se faculta a la autoridad para la aplicación, actualización y cumplimiento los cometidos de la presente Norma Oficial Mexicana.

Fundamento jurídico: artículos 32 bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 5o. fracciones VIII y XV, 8o. fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41 45, 46 fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. La importancia de este componente radica en el proceso de positivización de la norma, es decir que fue creada conforme a derecho.

Objeto Jurídico: establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de mantener la calidad, así como de posibilitar los usos del recurso hídrico. El valor del elemento de la norma se funda sobre el establecimiento del cometido.

³ Ver definiciones de bienes nacionales y aguas nacionales en el glosario.



Excepciones de aplicación: Esta NOM no es aplicable para las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Referencias: para la correcta aplicación e interpretación de la presente *Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996*, deberán consultarse las siguientes Normas Mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- *Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales* - Muestreo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980;
- *Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas-Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales* - Método del cono Imhoff, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 1977;
- *Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas* - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1980;
- *Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas* - Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 1973;
- *Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas* - Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 1980;
- *Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas* - Determinación de pH –Método potenciométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980;
- *Norma Mexicana NMX-AA-026 Aguas* - Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 1980;
- *Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas* - Determinación de demanda bioquímica de oxígeno- Método de incubación por diluciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1981;



- *Norma Mexicana NMX-AA-029 Aguas* - Determinación de fósforo total – Métodos espectrofotométricos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de octubre de 1981;
- *Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas* - Determinación de sólidos en agua- Método gravimétrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 1981;
- *Norma Mexicana NMX-AA-042 Aguas* - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales – Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1987;
- *Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas* - Determinación de arsénico en agua - Método espectrofotométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas* - Determinación de metales – Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas* - Determinación de plomo - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1981;
- *Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas* - Determinación de cianuros – Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas* - Determinación de cadmio - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas* - Determinación de mercurio - Método de la ditizona, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas* - Determinación de cobre - Método de la neocuproína, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 1981;



- *Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas* - Determinación de zinc – Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 1982;
- *Norma Mexicana NMX-AA-079 Aguas Residuales-* Determinación de nitrógeno de nitratos (Brucina), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 1986, y;
- *Norma Mexicana NMX-AA-099* - Determinación de nitrógeno de nitritos- Agua potable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de febrero de 1987.

La importancia de este elemento consiste en la determinación de los métodos para la medición de los parámetros contenidos en la presente norma.

Especificaciones (límites máximos permisibles): los límites máximos permisibles que contempla la presente NOM se dividen en los rubros de: concentración de contaminantes básicos, concentración de metales pesados y cianuros, concentración de patógenos y concentración de parásitos.

En seguida se mencionan los parámetros de cada rubro señalado.

- *Concentración de contaminantes básicos*

Los parámetros que se establecen en materia de contaminantes básicos son los siguientes:

Miligramos por litro de: Sólidos sedimentables, ml/l; sólidos suspendidos totales; demanda bioquímica de oxígeno₅; nitrógeno total y; fósforo total. En el caso de la temperatura, ésta es instantánea, para el parámetro de grasas y aceites se realiza a partir de del promedio simple ponderado de la muestra. Por último, para el caso de la materia flotante, ésta debe estar ausente conforme a lo fundamentado en el método de prueba definido en la NMX-AA-006.



El registro para la verificación de los parámetros anteriormente señalados se expresa en el promedio diario y en el promedio mensual.

Del mismo modo, los límites máximos permisibles para contaminantes básicos se expresan en el cuadro 6. De manera explícita, el presente cuadro muestra la relación entre los parámetros físico- químicos de los contaminantes básicos con cada uno de los rubros de los cuerpos receptores, y sus respectivos promedios.



Cuadro 6

Límites Máximos Permisibles para Contaminantes Básicos

Parámetros	Ríos						Embalses Naturales y Artificiales				Aguas Costeras						Suelo			
	Uso para riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso para riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso para riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura a °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspensidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁵	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Notas:

- (1) Instantáneo;
- (2) Muestra Simple Promedio Ponderado
- (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NOM-AA-006
- A = Ausente
- P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual
- N.A. = No es aplicable
- (A), (B) y (C): Tipo de Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Fuente: **NOM-001-SEMARNAT-1996**



A saber, es por esto que del cuadro 6 se infiere que:

- *Temperatura*: El promedio mensual y el promedio diario de todos los cuerpos receptores debe ser de 40°C, salvo en el rubros de ríos – uso para riego agrícola (A) y de suelo – uso para riego agrícola (A) dónde no aplica dicho parámetro.
- *Grasas y aceites*: El promedio mensual de todos los cuerpos receptores debe ser de 15 mg/l, a su vez, el promedio diario de todos los cuerpos receptores debe ser de 25 mg/l.
- *Materia flotante*: El promedio diario y mensual de todos los cuerpos de todos los cuerpos receptores debe de resultar ausente conforme al método de prueba establecido en la NMX-AA-006.
- *Sólidos sedimentables*: el promedio diario de todos los cuerpos receptores debe ser de 1 mg/l, salvo en el caso específico suelo–uso para riego agrícola (A) en el cual el presente parámetro no aplica.
- *Sólidos suspendidos totales, mg/l*: los promedios mensuales y diarios de los cuerpos receptores tipo A debe ser de 150 mg/l y 200 mg/l respectivamente; los promedios mensuales y diarios de los cuerpos receptores tipo B debe ser de 75 mg/l y 125 mg/l respectivamente; a su vez los promedios mensuales y diarios de los cuerpos receptores tipo C debe ser de 40 mg/l y 60 mg/l respectivamente. En el caso particular del rubro suelo–uso para riego agrícola (A) no aplica el presente parámetro.
- *Demanda bioquímica de oxígeno₅*; los promedios mensuales y diarios de los cuerpos receptores de tipo A deben ser de 150 ml/l y 200 ml/l respectivamente; En tanto los de tipo B deben ser de 75 ml/l y 150 ml/l respectivamente; por su parte, los promedios mensuales y diarios de los cuerpos receptores tipo C deben ser 30 ml/l y 60 ml/l respectivamente. En el caso del rubro suelo-uso para riego agrícola (A) no aplica el presente parámetro.
- *Nitrógeno total*: en los rubros de ríos con cuerpos receptores tipo A y B, y de Embalses Naturales y Artificiales con cuerpos receptores tipo B los promedios mensuales y diarios deben ser de 40 ml/l y 60 ml/l respectivamente; en los rubros



de ríos con cuerpo receptor tipo C, Embalses Naturales y Artificiales con cuerpos receptores tipo C, y en las Aguas Costeras con cuerpos receptores B (Estuarios) los promedios mensuales y diarios deben ser de 15 ml/l y de 25 ml/l respectivamente; en los rubros de Aguas Costeras con cuerpos receptores tipo A y B (recreación), así como en el rubro de Suelo con cuerpos receptores tipo A y B el presente parámetro no aplica.

- *Fósforo total*: en los rubros de Ríos con cuerpos receptores tipo A y B, y de Embalses Naturales y Artificiales con cuerpos receptores tipo B; los promedios mensuales y diarios (cambiar mensual y diario a plural) deben ser de 20 ml/l y 30 ml/l respectivamente. En los rubros de ríos con cuerpo receptor tipo C, embalses naturales y artificiales con cuerpos receptores tipo C, y en las aguas costeras con cuerpos receptores B (Estuarios), los promedios mensuales y diarios deben ser de 5 ml/l y de 10 ml/l respectivamente, pero en los rubros de aguas costeras con cuerpos receptores tipo A y B (recreación), así como en el rubro de suelo con cuerpos receptores tipo A y B el presente parámetro no aplica.

Concentración de metales y cianuros

Según con lo establecido en el numeral 3.17 de NOM-001-SEMARNAT-1996, “se entiende por metales pesados: a aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna”.

Los parámetros que se establecen en la presente NOM en materia de metales pesados y cianuros, expresos en mg/l son: arsénico, cadmio, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y fósforo total.

El registro para la verificación de los parámetros anteriormente señalados se expresa en el promedio diario y en el promedio mensual.

En el cuadro 7 se establecen los límites máximos permisibles en materia de metales pesados:



Cuadro 7

Límites Máximos Permisibles para Metales Pesados

Parámetros	Ríos						Embalses Naturales y Artificiales				Aguas Costeras						Suelo			
	Uso para riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso para riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso para riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
Miligramos por Litro	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	1	3	1	2	1	2	2	3	1	2	1	2	2	3	1	2	2	3	1	2
Cobre	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
Cromo	1	1.5	0.5	1	0.5	1	1	1.5	0.5	1	0.5	1	1	1.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Notas:
 (*) = Medidos de manera total
 P.D. Promedio Diario / P.M. Promedio Mensual / N.A. = No es aplicable
 (A), (B) y (C): Tipo de Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Fuente: **NOM-002-SEMARNAT-1996**



El cuadro 7 denota la relación entre la presencia de metales pesados en cada uno de los rubros de los cuerpos receptores, y sus respectivos promedios. En tal sentido, se infiere que:

- *Arsénico*: Los promedios diarios y mensuales de los rubros: Ríos con cuerpos receptores tipo B y C embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B; aguas costeras con cuerpos receptores tipo A y B (estuarios) y; suelo con cuerpo receptor tipo B deben ser de 2 ml/l y .1 ml/l respectivamente. Por otra parte, los promedios, antes referidos para los rubros de río con cuerpo receptor tipo A; embalses artificiales y naturales con cuerpo receptor tipo B; aguas costeras con cuerpo receptor tipo B (recreación) y; suelo con cuerpo receptor tipo A deben ser de 0.4 ml/l y 0.2 ml/l respectivamente.
- *Cadmio*: El promedio diario y mensual en el rubro de suelo con cuerpo receptor tipo A debe ser de 0.1 ml/l y .05 ml/l respectivamente. Los promedios diarios y mensuales de los rubros de: Ríos con cuerpos receptores tipo B y C; embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B; aguas costeras con cuerpos receptores tipo A y B (estuarios) y; suelo con cuerpo receptor tipo B deben ser de 0.2 ml/l y 0.1 ml/l respectivamente. Por su parte, los promedios diarios y mensuales para los rubros de: Ríos con cuerpo receptor tipo A; embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B y aguas costeras con cuerpo receptor tipo B (recreación) deben ser de 0.4 ml/l y 0.2 ml/l respectivamente.
- *Cianuros*: Para los rubros de: Ríos con cuerpos receptores tipo B y C; embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo C; aguas costeras con cuerpos receptores tipo A y B (Estuarios) y; suelo con cuerpo receptor tipo B, los promedios diarios y mensuales deben ser de 2 ml/l y 1 ml/l respectivamente. A su vez, los promedios diarios y mensuales del rubro ríos con cuerpo receptor tipo A debe ser de 3 ml/l y 1 ml/l respectivamente. En los rubros de: Embalses Naturales y Artificiales con cuerpo receptor tipo B; aguas costeras con cuerpo receptor tipo B



(Recreación) y; suelo con cuerpo receptor tipo A, los promedios diarios y mensuales deben ser de 0.4 ml/l y 0.2 ml/l respectivamente.

- *Cobre:* En todos los cuerpos receptores de todos los rubros los promedios mensuales y diarios deben ser de 6 ml/l y 4 ml/l respectivamente.
- *Cromo:* Para los rubros de: Ríos con cuerpos receptores tipo B y C, embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo C; aguas costeras con cuerpos receptores A y B (Estuarios) y; suelo con cuerpos receptores tipo A y B, los promedios diarios y mensuales deben ser de 1 ml/l y 0.5 ml/l respectivamente. Por su parte, para los rubros de: Ríos con cuerpo receptor tipo A; embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B y; aguas costeras con cuerpo receptor tipo B (Recreación) los promedios diarios y mensuales deben de ser de 1.5 ml/l y 1 ml/l respectivamente.
- *Mercurio:* El promedio diario y mensual para los rubros de: Ríos con cuerpos receptores tipo B y C, embalses Naturales y artificiales tipo C y suelo con cuerpos receptores tipo A y B deben ser de .01 ml/l y .005 ml/l respectivamente. En cambio, para los rubros de: Ríos con cuerpo receptor tipo A, embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B y aguas costeras con cuerpos receptores A y B (Recreación y Estuarios), los promedios diarios mensuales deben ser de .02ml/l y .01 ml/l respectivamente.
- *Níquel:* En todos los cuerpos receptores de todos los rubros, los promedios mensuales y diarios deben ser de 4 ml/l y 2 ml/l respectivamente.
- *Plomo:* Los promedios diarios y mensuales en los rubros de: Ríos con cuerpos receptores B y C, embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo C, aguas costeras con cuerpos receptores tipo A y B (Estuarios) y Suelo con cuerpo receptor tipo B deberán ser de .4 ml/l y .2 ml/l respectivamente. A su vez, para los rubros de Ríos con cuerpo receptor tipo A, embalses naturales y artificiales con cuerpo receptor tipo B y aguas costeras con cuerpo receptor tipo B (Recreación) los promedios diarios y mensuales deben ser de 1 ml/l y 0.5 ml/l respectivamente. En el



rubro de suelos con cuerpo receptor tipo A, el promedio diario y mensual deberá ser de 10 ml/l y 5 ml/l respectivamente.

- *Zinc*: En todos los cuerpos receptores de todos los rubros los promedios mensuales y diarios deben ser de 20 ml/l y 10 ml/l respectivamente.

Concentración de patógenos;

Para determinar la contaminación por patógenos, y conforme a lo establecido por el numeral 4.2 de la NOM-001-SEMARNAT-1996: se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso para riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por 0.2 ml/l cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

Concentración de parásitos

Para determinar la contaminación por parásitos, y de acuerdo con lo establecido por el numeral 4.3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996: “se toma como indicador la presencia de huevos de helminto⁴. El límite máximo permisible para las descargas vertidas al suelo (uso para riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida”. Es por esto que la técnica a la que se hace referencia en el numeral anterior, es aquella contenida en el anexo 1 de la presente NOM.

Por otra parte, y para el cumplimiento de la presente NOM relacionada con las descargas municipales⁵ se establecen como fechas límite las siguientes:

⁴ Helminto: Es el término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaños variados.

⁵ Aguas residuales municipales: Corresponden a aquellas que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipal urbano y rural.



Cuadro 8	
Descargas Municipales	
Fecha de Cumplimiento a partir de:	Rango de Población
1 de enero del 2000	Mayor de 50,000 habitantes
1 de enero del 2005	De 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero del 2010	De 2,501 a 20,000 habitantes
Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996	

El cuadro 8 da cuenta de la fecha de cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y de los rangos de población, según la siguiente clasificación: Mayor de 50,000 habitantes; de 20,001 a 50,000 habitantes y; de 2,501 a 20,000 habitantes. Siendo las fechas de cumplimiento para el primer rango el 1 de enero del 2000; el 1 de enero del 2005 y; el 1 de enero del 2010, respectivamente. Con este referente teórico, queda claro que actualmente los rangos de la cantidad de población; desde los 2,501 hasta los mayores de 50,000 deben en su totalidad cumplir con lo establecido en la NOM. Por otra parte, cabe señalar que no hay fecha de cumplimiento establecida para localidades con población menor a los 2,501 habitantes.

En el caso de las aguas residuales no municipales,⁶ y para el cumplimiento de la presente NOM se establecen como fechas límite las siguientes:

⁶Aguas residuales no municipales: Corresponden a aquellas que son descargadas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria.



Cuadro 9		
<i>Descargas no Municipales</i>		
Fecha de cumplimiento a partir de:	Carga Contaminante	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno t/d (toneladas/día)	Sólidos Suspendidos Totales t/d (toneladas/día)
1 de enero del 2000	Mayor de 3.0	Mayor de 3.0
1 de enero del 2005	De 1.2 a 3.0	De 1.2 a 3.0
1 de enero del 2010	Menor de 1.2	Menor 1.2

Fuente: **NOM-001-SEMARNAT-1996**

El cuadro 9 muestra la relación entre los parámetros DBO (toneladas/días) y SST (toneladas/días) respecto a la fecha de cumplimiento de la norma. Para lo cual se establecen tres intervalos para ambos parámetros: Mayor de 3, de 1.2 a 3 y menor de 1.2. Siendo las fechas de cumplimiento el 1 de enero del 2000; el 1 de enero del 2005 y el 1 de enero del 2010, respectivamente. Desde este comportamiento, actualmente todos los agentes emisores de aguas residuales no municipales deben de cumplir con lo establecido por las presente NOM.

Por otra parte y tal y como lo señala el numeral 4.7 de la NOM en cuestión; “Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en los cuadros 6 y 7 de esta NOM, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), los cuales están obligados a presentar un programa de control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en un plazo que no exceda a 180 días



naturales, a partir de la publicación de esta NOM en el Diario Oficial de la Federación.

Por lo que concierne a los demás responsables, todos, excepto los de tipo B que consideran los ríos uso público-urbano, de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma, quedan obligados a presentar a la CONAGUA un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas en las fechas establecidas en los cuadros 10 y 11, que se presentan a continuación.

El cuadro 10, para descargas de aguas residuales municipales, evidencia las fechas límite para presentar el programa de acciones dirigido a los responsables de las emisiones.

Cuadro 10	
<i>Descargas Municipales</i>	
Rango de Población (habitantes)	Fecha límite para presentar el programa de acciones
Mayor de 50,000	30 de junio de 1997
De 20,001 a 50,000	31 de diciembre de 1998
De 2,501 a 20,000	31 de diciembre de 1999
Fuente: NOM-001-SEMARNAT-2013	

Conforme al cuadro 10, se observa que la fecha para presentar el programa de acciones versa en razón del rango de población, expresada en número de habitantes, para descargas municipales, los cuales son: Mayor de 50,000 hab., de 20,001 a 50,000 hab. y de 2,501 a 20,000. Siendo las fechas de cumplimiento el 30 de junio de 1997, el 31 de diciembre de 1998 y el 31 de diciembre de 1999. A



saber, es por esto que los responsables de las descargas municipales debieron haber presentado y aplicado su programa de acciones desde hace 17, 16 y 15 años respectivamente.

En el caso de los responsables de las descargas de aguas residuales no municipales, las fechas límite para presentar el programa de acciones se establecen en el siguiente cuadro 11:

Cuadro 11	
Carga Contaminante de las Descargas No Municipales	
Demanda Bioquímica de Oxígeno y/o Sólidos Suspendedos Totales t/d (toneladas /días)	Fecha límite para presentar programa de acciones
Mayor a 3.0	30 de junio de 1997
De 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
Menor a 1.2	31 de diciembre de 1999
Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996	

En el cuadro 11 se establecen las fechas límite para que los responsables presenten su programa de acción, con base en los parámetros de DBO y/o SST. Los rangos considerados son: Mayor de 3, de 1.2 a 3 y menor de 1.2.; siendo las fechas de cumplimiento el 30 de junio de 1997, el 31 de diciembre de 1998 y el 31 de diciembre de 1999, respectivamente. Según lo establecido por el cuadro en cuestión, desde hace 17, 16 y 15 años respectivamente, los responsables de las descargas municipales debieron haber presentado y aplicado su programa de acciones.



Por último, resta mencionar que en caso de que las concentraciones de contaminantes sean superiores a los límites máximos permisibles de los parámetros SST y DQO, los responsables de las descargas pagarán el derecho conforme a lo dispuesto en el Artículo 278-C de la Ley Federal de Derechos.

Para ello, el pago del derecho se hará trimestralmente en función de: El volumen de las aguas residuales descargadas; las concentraciones de contaminantes que excedan los límites máximos permisibles establecidos y; el tipo de cuerpo receptor (A, B o C) donde se efectúen las descargas.

Otro elemento del análisis de la norma en comento es el conjunto de métodos de prueba y la frecuencia de verificación, de muestreo y análisis, y de reporte.

Métodos de prueba: Son aquellos que se establecieron en el rubro de referencias del presente análisis.

Verificación: la verificación del cumplimiento de los límites máximos permisibles se llevará a cabo por la CONAGUA mediante muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados en la NOM.

El numeral 4.8 de la NOM referida se establece la obligación de los responsables de las descargas municipales y no municipales de realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales, obteniendo con ello el promedio diario y mensual. Entonces, la obligación del monitoreo de los responsables de las descargas de aguas residuales implica mantener los registros del monitoreo para su posterior consulta, por un período de tres años posteriores a su realización.

En el cuadro 12 se establece la frecuencia de muestreo y análisis y de reporte, de los responsables de las descargas de aguas residuales municipales:



Cuadro 12		
Frecuencia de Muestreo y Análisis y de Reporte. Descargas Municipales		
Rango de Población (habitantes)	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de reporte
Mayor de 50,000	Mensual	Trimestral
De 20,001 a 50,000	Trimestral	Semestral
De 2,501 a 20,000	Semestral	Anual
Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996		

Con base en el cuadro 12, se observa que la frecuencia de muestreo y análisis y la de reporte, se determinan por el rango de población expreso en número de habitantes, para ello se consideran tres: Mayor de 50,000 habitantes, de 20,001 a 50,000 y de 2,501 a 20,000, la frecuencia de muestreo y análisis será mensual, trimestral y semestral respectivamente. Por su parte, la frecuencia de reporte será trimestral, semestral y anual, respectivamente.

En el cuadro 13 se establece la frecuencia de muestreo y análisis, así como la de reporte de los responsables de las descargas de aguas residuales no municipales.



Cuadro 13

Frecuencia de Muestreo y Análisis y de Reporte. Descargas No Municipales

Demanda Bioquímica de Oxígeno t/d (toneladas/día)	Sólidos Suspendidos Totales t/d (toneladas/día)	Frecuencia de muestreo y análisis	Frecuencia de reporte
Mayor de 3.0	Mayor a 3.0	Mensual	Trimestral
de 1.2 a 3.0	De 1.2 a 3.0	Trimestral	Semestral
Menor de 1.2	Menor a 1.2	Semestral	Anual

Fuente: **NOM-001-SEMARNAT-1996**

En el cuadro 13 se establecen la frecuencia de muestreo y análisis y el de reporte para los responsables de las descargas de aguas residuales no municipales. Éstas se determinan en función de los parámetros de DBO y/o SST, cuyos rangos considerados son: Mayor de 3, de 1.2 a 3 y menor de 1.2, la frecuencia de muestreo y análisis debe ser mensual, trimestral y semestral, respectivamente. Por su parte, la frecuencia de reporte debe ser trimestral, semestral y anualmente, respectivamente.

Enseguida se expone la relación entre la presente norma y el marco jurídico internacional, lo cual muestra la coherencia entre las normas y las recomendaciones internacionales.

Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales. Respecto de este rubro, no hay normas equivalentes entre las mexicanas con relación a las internacionales, ya que los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico no



concuerdan, sin embargo se planta en el siguiente párrafo las observaciones de la misma.

Observancia de esta Norma: La vigilancia del cumplimiento de la presente NOM corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Comisión Nacional del Agua y de la Secretaría de Marina, y en el ámbito de sus respectivas atribuciones, el personal inspecciona y vigilancia su cumplimiento. Con ello se marca que las violaciones a la misma se sancionan por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Para comprender la corriente aplicación de la NOM, se expresan las diversas modificaciones, las cuales dan cuenta de su evolución.

Modificaciones históricas a la NOM

Las modificaciones históricas que se han suscitado respecto a la NOM en comento son dos. La del 30 de Marzo de 1997 en la cual se establecen 26 aclaraciones al texto original publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 1996, las cuales en su mayoría son errores de redacción, o equivocaciones en las cantidades. Cabe mencionar que ninguna de estas aclaraciones cambia el contenido de la presente NOM. Por su parte, la segunda modificación que ha sufrido, es el cambio de nomenclatura, y con ello la autoridad encargada de la aplicación y actualización de la normativa. A continuación se

- Aclaración de la presente NOM con fecha 30 de marzo de 1997. Las aclaraciones que se consideran son las siguientes:

En el punto 1, renglones 2 y 4, dice:

... descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, ...

... descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.



Debe decir:

... descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, ...

... descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

En el numeral 3.8, renglón 5, dice:

... de nitrógeno Kjeldahl de nitritos y de nitratos...

Debe decir:

... de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos...

En el cuadro 1, columnas 3 y 4, dice:

MINIMO, MAXIMO

- -

Debe decir:

MÍNIMO MÁXIMO

N. E. N. E.

N. E. = No especificado (agregar en pie de tabla)

En el numeral 3.19, último renglón, dice:

$Q_t = Q_i \text{ hasta } Q_n, \text{ l/seg}$

Debe decir:

$Q_t = \sum Q_i \text{ hasta } Q_n, \text{ l/seg}$

En el punto 4.3, penúltimo renglón, dice:

... para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego no restringido, ...



Debe decir:

... para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, ...

En el cuadro 2, columnas 12 y 13, dice:

Parámetros

Sólidos Suspendidos Totales 100 175

Demanda Bioquímica de Oxígeno⁵ 100

Debe decir:

Parámetros

Sólidos Suspendidos Totales 150 200

Demanda Bioquímica de Oxígeno⁵ 150

P. D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual;

N.A. = No es aplicable.

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos
(agregar en pie de cuadro)

En el cuadro 3, columna 1, dice: (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)

Debe decir: (miligramos por litro)

En el cuadro 3, columnas 1 y 12, dice: Cianuro 2.0

Debe decir: Cianuros 1.0

En el punto 4.5, inciso a), primer renglón, dice: como límite las fechas de cumplimiento...



Debe decir: como plazo límite las fechas de cumplimiento...

En el cuadro 5, columna 1, dice:

1 enero 2000, 1 enero 2005 y 1 enero 2010

Debe decir: 1 de enero de 2000 1 de enero de 2005

1 de enero de 2010

En el punto 4.7, segundo párrafo, primer renglón, dice:

... no municipales, quedan...

Debe decir:

... no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma quedan...

En el punto 4.7, segundo párrafo, último renglón, dice:

... en los plazos establecidos en los cuadros 6 y 7.

Debe decir:

... en las fechas establecidas en los cuadros 6 y 7.

En el cuadro 8, columnas 2 y 3, dice:

Uno mensual uno trimestral, uno trimestral uno semestral y uno semestral uno anual.

Debe decir:

Mensual trimestral, trimestral semestral y semestral anual

En el cuadro 10, columnas 3 y 4, dice:



Uno mensual uno trimestral, uno trimestral uno semestral y uno semestral uno anual.

Debe decir:

Mensual trimestral, trimestral semestral y semestral anual

En el punto 4.10, dice:

... Comisión Nacional del Agua, para que ésta dictamine lo procedente.

Debe decir:

... Comisión Nacional del Agua.

En el punto 9.3, página 81, renglón 25, dice: ... de pigmentos y colorantes.

Debe decir: ... de pigmentos y colorantes. Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1995.

En el punto 9.3, página 81, renglón 35, dice: ... Federación el 5 de enero de 1995.

Debe decir: ... Federación el 6 de enero de 1995.

En el artículo transitorio, inciso 4), dice: ... su descarga, 90 días calendario...

Debe decir: ... su descarga, 180 días calendario...

En el artículo transitorio, inciso 5), dice: ... máximos permisibles para éstas, 90 días...

Debe decir: ... máximos permisibles para éstas, 180 días...

En el Anexo 1, punto 3.3, dice:

... Algunas especies entreroparásitas...

Debe decir:



... Algunas especies enteroparásitas...

En el Anexo 1, punto 6.2, dice: - Ácido sulfúrico 0.1 N 750 ml

Debe decir: - Ácido sulfúrico 0.1 N 650 ml

En el Anexo 1, punto 6.2, último párrafo, dice: Homogeneizar 750 ml ...

Debe decir: Homogeneizar 650 ml ...

En el Anexo 1, punto 7, último renglón, dice: - Celda Sedwich-Rafter

Debe decir: - Celda Sedgwick-Rafter

En el Anexo 1, página 84, renglones 40 a 48, dice: 3. La muestra se deja ...

4. ..., 5. ..., 6. ..., etc...

Debe decir:

a) La muestra se deja... b) ..., c) ..., d) ...

En el Anexo 1, página 85, renglones 1 a 24, dice:

9... 16. ..., 10. ... 17. ..., 11. ... 18. ..., 12. ... 19. ... 13... 20. ..., 14. ... 21. ..., 15. ...
22. ... y 23. ...

Debe decir: g) ... n) ..., h) ... ñ) ..., i) ... o) ..., j) ... p) ..., k) ... q) ..., l) ... r) ..., m) ...
s) ...

En el Anexo 1, página 85, renglón 25, dice: ... en una celda de Sedgwich-Rafter...

Debe decir:... en una celda de Sedgwick-Rafter...

En el Anexo 1, punto 12, dice:

$$\frac{\sqrt{Kg}}{r}$$



Debe decir:

$$rpm = \frac{\sqrt{Kg}}{r}$$

En el ANEXO 1, punto 12, dice:

r (rpm)

g= _____

K

Debe decir:

r (rpm)²

g= _____

K

- Cambio de nomenclatura con fecha 24 de junio de 1996.

La NOM en cuestión, en su origen fue emitida por la Secretaría de Ecología, pero el 23 de abril de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El cambio de nomenclatura faculta a la SEMARNAT para ser la encargada de la creación, modificación, adecuación y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas en Materia ambiental conforme a lo establecido por la LGEEPA y la LFMYN.



2.4 Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996

Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 3 de Junio de 1998.

Autoridad que emite. La emisión de la NOM-002-SEMARNAT-1996 estuvo a cargo de la Secretaría de Ecología, pero el 23 de abril de 2003, conforme a la publicación del Diario Oficial de la Federación se muestra el acuerdo de reforma a la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Esta secretaría está facultada para la aplicación, actualización y cumplimiento los cometidos de la norma.

Fundamento jurídico: Artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracción V, 6o, 7o. 8o. fracciones II, VII y XII, 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción II, 119, 119 Bis, 121, 122, 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Objeto Jurídico: Esta NOM establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; su finalidad es prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Excepciones para su aplicación: Esta NOM no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.



Referencias: La correcta aplicación e interpretación de la NOM-002-SEMARNAT-1996 se basa en la consulta de las siguientes normas mexicanas, tales como:

- *Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996*, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.
- *Norma Mexicana NMX-AA-003*, cuyo foco son las Aguas residuales– Muestreo, la cual se publica en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
- *Norma Mexicana NMX-AA-004*, que expone las Aguas-Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales-Método del cono Imhoff, la cual se publica en el Diario Oficial de la Federación el 15 de septiembre de 1977.
- *Norma Mexicana NMX-AA-005* Aguas de determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, cuya publicación se presenta en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1980.
- *Norma Mexicana NMX-AA-006* Aguas-Determinación de materia flotante- Método visual con malla específica que se publica en el Diario Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 1973.
- *Norma Mexicana NMX-AA-007* Aguas- Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro, que la publica el Diario Oficial de la Federación el 23 de julio de 1980.
- *Norma Mexicana NMX-AA-008* Aguas – Determinación de pH – Método potenciométrico, expresa en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 1980.
- *Norma Mexicana NMX-AA-044* Aguas - Análisis de agua-Determinación de Cromo Hexavalente-Método colorimétrico, que se publica en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-046* Aguas - Determinación de arsénico en agua, expresa en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1982.



- *Norma Mexicana NMX-AA-051* Aguas - Determinación de metales – Método espectrofotométrico de absorción atómica, difundida en el Diario Oficial de la Federación el 22 de febrero de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-057* Aguas - Determinación de plomo – Método colorimétrico de la ditizona, con publicación en el Diario Oficial de la Federación el 29 de septiembre de 1981.
- *Norma Mexicana NMX-AA-058* Aguas – Determinación de cianuros – Método colorimétrico y titulométrico, la cual se publica en el Diario Oficial de la Federación el 14 de diciembre de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-060* Aguas – Determinación de cadmio - Método de la ditizona, que se difunde en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-064* Aguas – Determinación de mercurio - Método de la ditizona, expuesta por el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-066* Aguas – Determinación de cobre- Método de la neocuproína, señalada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de marzo de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-076* Aguas – Determinación de níquel, que publica el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1982.
- *Norma Mexicana NMX-AA-078* Aguas – Determinación de zinc, expresa en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1982.

Límites máximos permisibles;

Los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en el cuadro 14.



Cuadro 14***Límites máximos permisibles. Sistemas de alcantarillado urbano o municipal***

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio mensual	Promedio diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Fuente: **NOM-002-SEMARNAT-1996**

Derivado de la información expresa en el cuadro 14 se puede, identificar con claridad los máximos permisibles mensuales, diarios e instantáneos, así se muestran los límites permisibles para cada contaminante:

Grasas y aceites, los promedios instantáneos, diario y mensual deben ser de: 100 ml/l, 75 ml/l y 50 ml/l, respectivamente;

Sólidos sedimentables, los promedios instantáneo, diario y mensual, debe ser de: 10 ml/l, 7.5 ml/l y 5 ml/l, respectivamente;

Arsénico total, los promedios instantáneo, diario y mensual deben ser de: 1 ml/l, 0.75 ml/l y el 0.5 ml/l, respectivamente;

Cadmio total, los promedios instantáneo, diario y mensual, al igual que en el parámetro del arsénico total, deben ser de: 1 ml/l, 0.75 ml/l y el 0.5 ml/l, respectivamente;

Cianuro total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 2ml/l, 1.5 ml/l y 1 ml/l, respectivamente;

Cobre total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 20 ml/l, 15ml/l y 10 ml/l, respectivamente;

Cromo hexavalente, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 1 ml/l, 0.75ml/l y 0.5 ml/l, respectivamente;

Mercurio total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 0.02 ml/l, 0.015 ml/l y 0.01 ml/l, respectivamente;

Níquel total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 8 ml/l, 6 ml/l y 4 ml/l, respectivamente;

Plomo total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser de: 2 ml/l, 1.5ml/l y 1 ml/l, respectivamente y;



Zinc total, los promedios instantáneo, diario y mensual, deben ser: 12 ml/l, 9ml/l y 6 ml/l, respectivamente.

Asimismo, el rango permisible de pH que se establece en la presente NOM para las descargas de aguas residuales es de 10 y 5.5.

La temperatura debe ser de máximo de 40 °C, la cual se mide en forma instantánea en cada una de las muestras simples.

Por su parte, la materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, y su medición debe estar de acuerdo con el método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida con anterioridad.

En relación con la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, se debe cumplir con lo establecido en el cuadro 6 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, o con las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

Asimismo, los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal están obligados a cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta NOM, de hecho, éstos se presentan en el cuadro 15.



Cuadro 15	
Fecha de cumplimiento	
Fecha de cumplimiento a partir de:	Rango de población (habitantes)
1 de enero de 1999	Mayor de 50,000
1 de enero de 2004	De 20,001 a 50,000
1 de enero de 2009	De 2,501 a 20,000
Fuente: NOM-002-SEMARNAT-1996	

El cuadro 15 se puede observar que la fecha de cumplimiento de la NOM-002-SEMARNAT-1996 se rige según la siguiente clasificación: Mayor de 50,000 hab.; de 20,001 a 50,000 hab. y; de 2,501 a 20,000 hab. Siendo las fechas de cumplimiento para el primer rango el 1 de enero del 1999; el 1 de enero del 2004 y; el 1 de enero del 2009, respectivamente. Con este referente teórico, queda claro que actualmente los rangos de la cantidad de población; desde los 2,501 hasta los mayores de 50,000 deben en su totalidad cumplir con lo establecido en la NOM. Por otra parte, cabe señalar que no hay fecha de cumplimiento establecida para localidades con población menor a los 2,501 habitantes.

Métodos de prueba, son aquellos que se establecieron en el elemento de referencias del presente análisis de la NOM en comento.

Por otra parte, El responsable de emisión de la descarga puede solicitar a la autoridad competente, la aprobación de métodos alternos, pero en caso de aprobarse, dichos métodos quedarán autorizados para otros responsables de descarga en situaciones similares.



Verificación: Con relación a la frecuencia del muestreo y al intervalo máximo entre la toma de muestras simples, se establece en el cuadro 16:

Cuadro 16			
<i>Frecuencia de muestreo</i>			
Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo Máximo entre toma de muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Fuente: **NOM-002-SEMARNAT-1996**

Entonces, en el cuadro 16 se observa que la frecuencia de muestreo se expresa en el número de muestras simples y en el intervalo máximo entre toma de éstas. A su vez, la frecuencia de muestreo se determinada por las horas al día que opera el proceso generador de la descarga. Para ello se establecen cinco rangos: Menor que 4, de 4 a 8, mayor que 8 y hasta 12, mayor que 12 y hasta 18 y mayor que 18 y hasta 24. En el primero el número de muestras simples son dos sin intervalos en el muestreo; en el segundo, el número de muestras simples son cuatro con intervalos mínimos y máximos de una y dos horas, respectivamente; en el tercero,



el número de muestras simples es de cuatro con intervalos mínimos y máximos de dos y tres horas respectivamente; en el cuarto, el número de muestras simples es de seis con intervalos mínimos y máximos de dos y tres horas, respectivamente; por último, el quinto señala que el número de muestras es de seis con intervalos mínimos y máximos de tres y cuatro horas.

Es importante mencionar que los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta norma, se obtienen del análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con el cuadro 16.

Por otra parte, para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC * \frac{Qi}{Qt}$$

Dónde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples “i”, litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, l/seg

Qt = Σ Qi hasta Qn, l/seg

Los responsables de las descargas tienen la obligación de llevar a cabo los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales; con el fin de determinar el



promedio diario o el promedio mensual. Los registros de sus análisis deben conservarse por lo menos durante tres años.

Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

El referente normativo en cuestión comparado con las recomendaciones internacionales evidencia que no hay normas equivalentes. Las disposiciones nacionales no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico internacionales, es por esto que a continuación se expone la observancia de la norma.

Observancia de la Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta NOM corresponde a los Gobiernos Estatales, Municipales y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias y atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de verificación, inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán por los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Modificaciones históricas de la norma

La presente NOM, sólo ha tenido una modificación relativa a su cambio de nomenclatura. Siendo que en su origen fue emitida por la Secretaría de Ecología, pero el 23 de abril del 2003, al igual que en el caso de la NOM-001SEMARNAT-1996, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El cambio de nomenclatura faculta a la SEMARNAT para ser la encargada de la creación, modificación, adecuación y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas en Materia ambiental conforme a lo establecido por la LGEEPA y la LFMYN.



2.5 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997

Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas, y su reúso en servicios al público.

Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 21 de Septiembre de 1988

Autoridad que emite. En su origen la emite la Secretaría de Ecología, pero el 23 del 2003 se publica en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo de la reforma de la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales son expedidas por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, ésta última está facultada para la aplicación, actualización y cumplimiento los cometidos de la NOM.

Fundamento jurídico: Artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5° fracciones V y XI, 6o, 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción I, 119, 121, 126, 171 y 173 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 118 fracción III y 122 de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Objeto Jurídico: Esta NOM establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que posteriormente se reúsan en el servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.

Excepciones de aplicación. En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reúso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.



Referencia. Para la correcta aplicación e interpretación de la presente *Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997*, deben consultarse las siguientes Normas Mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, se publica en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas-Determinación de grasas y aceites utiliza el Método de extracción solhlet, y se publica en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas-Determinación de materia flotante utiliza el Método visual con malla específica, y se divulga en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas-Determinación de demanda bioquímica de oxígeno utiliza el Método de incubación por diluciones, y se publicada en **Diario Oficial de la Federación** el 6 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas-Determinación de sólidos en agua utiliza el Método gravimétrico, y se divulga en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-42 Aguas-Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales utiliza el Método de tubos múltiples de fermentación, y se publica en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.

Norma Mexicana NMX-AA-102-1987 Calidad del Agua- Detección y enumeración de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva utiliza el Método de filtración en membrana, y se divulga en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de agosto de 1987.

Norma Oficial Mexicana NOM-001- ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en



aguas y bienes nacionales, se publica en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1997.

Límites máximos permisibles. En el cuadro 17 se muestran los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas.

Cuadro 17					
<i>Límites máximos permisibles de contaminantes</i>					
Tipo de Reúso	Coliformes Fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites mg/l	DBO mg/l	SST mg/l
Servicios al público con contacto directo	240	≤ 1	15	20	20
Servicios al público con contacto indirecto u ocasional	1,000	≤ 5	15	30	30

Fuente: **NOM-003-SEMARNAT-1997**

Del cuadro 17, se puede inferir que la presencia de contaminantes está limitada por el tipo de reúso al que se destine:

Coliformes Fecales. En este parámetro los límites máximos permisibles para los tipos de reúso de contacto directo e indirecto deben ser de 240 NMP/100ml y 1,000 NMP/100ml, respectivamente.

Huevos de Helminto: El límite máximo permitido para los tipos de reúso de contacto directo e indirecto deben ser de ≤ 1 y ≤ 5 huevos de helminto/litro, respectivamente.

Grasas y Aceites: Los límites máximos permisibles para los tipos de reúso de contacto directo e indirecto deben ser de 15 mg/l en ambos casos.



DBO: Los límites máximos permisibles del presente parámetro y para los tipos de reúso de contacto directo e indirecto deben ser de 20 mg/l y 30mg/l, respectivamente.

SST: Los límite máximos permitidos para los tipos de reúso de contacto directo e indirecto, y al igual que en el parámetro anterior, deben ser de 20 mg/l y 30mg/l, respectivamente.

En relación con el parámetro de materia flotante, éste debe estar ausente en el agua residual tratada, conforme al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida.

Por su parte, el agua residual tratada reusada en servicios al público no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso para riego agrícola del cuadro 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta norma.

Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reúsen en servicios al público, tienen la obligación de llevar a cabo el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente NOM, así como de conservar los registros de la información resultante del muestreo y análisis, por lo menos durante los últimos tres años. Para ello conviene exponer los métodos de prueba.

Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta NOM, se deben aplicar los métodos de prueba indicados en las referencias. En relación con los coliformes fecales, el responsable del tratamiento y reúso del agua residual, podrá realizar los análisis de laboratorio de acuerdo con la NMX-AA-102-1987, siempre y cuando demuestre a la autoridad competente que los resultados de las pruebas guardan una estrecha correlación o son equivalentes a los obtenidos mediante el método de tubos múltiples que se establece en la NMXAA- 42-1987. Debido a ello, conviene la verificación.



Verificación: La verificación del cumplimiento de la presente NOM, corresponde a la SEMARNAT y a la Secretaría de Salud, dentro del ámbito de sus respectivas competencias y atribuciones, mediante acciones encaminadas a la inspección y vigilancia de las aguas tratadas susceptibles de ser reusadas en servicios públicos.

Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

El grado de concordancia de las normas nacionales con respecto a las recomendaciones internacionales, se identifica que no existe equivalencia, pero tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración. De hecho es necesario expresar la observancia de la norma.

Observancia de la norma. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional del Agua, y la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios, y las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Salud y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Modificaciones Históricas de la Norma

La única modificación que ha sufrido la presente NOM, es aquella relativa a su cambio de nomenclatura. Ya que en su origen fue emitida por la Secretaría de Ecología, pero el 23 de abril del 2003, al igual que en el caso de la NOM-001SEMARNAT-1996, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. El cambio de nomenclatura faculta a la SEMARNAT para ser la encargada de la creación, modificación, adecuación y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas en Materia ambiental conforme a lo establecido por la LGEEPA y la LFMYN.



2.6 Alcances de la relación Normatividad Oficial Mexicana en materia de Aguas Residuales respecto a la gestión integral del recurso hídrico

Una vez analizadas las Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales, se percibe que la temática relativa al tratamiento de las aguas residuales se aborda desde dos perspectivas: la primera tiene que ver con el establecimiento de los límites máximos permisibles en materia de contaminantes básicos, metales pesados, patógenos y parásitos, tanto para descargas en agua y bienes nacionales, así como para los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; la segunda se refiere a la características respecto a la calidad que deben tener las aguas residuales tratadas, para seguir siendo reusadas en diversas actividades.

Así, los alcances y límites del conjunto de Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales, como instrumento jurídico que promueve la gestión integrada del recurso hídrico, a partir del análisis, derivan las siguientes expresiones:

- El tratamiento normativo de las aguas residuales tiene una relación directa con las tres R's, ya que se suscita dentro de este proceso una reducción, reusó y reciclado de los recursos hídricos.
- El tratamiento de las aguas residuales implica un cambio de paradigma en el aprovechamiento de los recursos hídricos. Ya que el elemento hídrico no es visto meramente como un elemento aislado o como mera materia prima, sino como parte del medio ambiente, de ahí la necesidad de percibir el manejo del agua como un proceso complejo, aunque se precisa profundizar un análisis comparativo con los ciclos de la naturaleza. Con base en este reconocimiento se precisa un trabajo interdisciplinario.
- Las NOM's aparecen como un instrumento técnico que establece los parámetros de la calidad del agua, a partir de la calidad; mediante el establecimiento de contaminantes básicos, metales pesados, especialmente del agua residual que se descargan en bienes nacionales.



- El tratamiento de las aguas residuales puede fomentar un menor consumo de agua de las generaciones presentes, lo cual significaría una mayor disponibilidad del recurso para las generaciones venideras, así como la conciencia en el uso de sustancias que se vierten en ella.
- El tratamiento de las aguas residuales y el reúso de las aguas tratadas puede fomentar una concienciación de la población.
- Las NOM's en materia de tratamiento de aguas residuales deben de adaptarse a las necesidades de las poblaciones, es decir, son perfectibles.

Con lo anteriormente señalado, es evidente que existe una relación trascendental entre la dimensión jurídica-ambiental y la gestión integral del recurso hídrico. Lo cual que se complementa con los resultados, discusión y recomendaciones que se exponen en el capítulo siguiente.



Resultados

Resultados: Normatividad Oficial Mexicana como instrumento jurídico que promueven la gestión integral del recurso hídrico: alcances y límites

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

Las Normas Oficiales Mexicanas son un instrumento jurídico, toda vez que como herramienta permite cumplir con los cometidos que se planteen respecto a las diversas actividades humanas, principalmente aquellas que puedan traducirse en un riesgo para la población. Por otra parte, las NOM's son las normas técnicas que permiten que se pueda cumplir con lo establecido por la CPEUM, o bien por las leyes Federales o Naturales que emanan de ésta.

A su vez, la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales es un instrumento jurídico que permite promover la gestión integral del recurso hídrico toda vez que su finalidad es el establecer los preceptos técnicos que promuevan el eficiente tratamiento de las descargas de aguas residuales, así como el reúso de las aguas tratadas. Pudiendo ser de esta manera un instrumento preventivo o correctivo, respecto a la contaminación ocasionada por la deficiente gestión de las descargas de aguas residuales.

Es claro que hay orden y lógica entre las normativas que integran la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales, ya que se establecen los límites máximos permisibles para las descargas en bienes y aguas nacionales, en los sistemas de alcantarillado municipal y urbano; así también como la calidad de las aguas tratadas que pretende utilizarse en servicios públicos que no tengan relación directa con la población o los usuarios.

Cabe mencionar que no sólo deben de abordarse de manera aislada a los NOM's, sino que deben concebirse como un elemento que se relacionee con el uso de otros recursos.



Es por esto que el resultado del presente trabajo de investigación es la validación de la hipótesis, es decir: La Normatividad Oficial Mexicana en materia de Tratamiento de Aguas residuales es un instrumento jurídico que promueve la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

Por último se aborda en la discusión las normas que emanan de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales, y posteriormente se emiten las recomendaciones pertinentes.



Discusión

Discusión: Normatividad Oficial Mexicana como instrumento jurídico que promueven la gestión integral del recurso hídrico: alcances y límites

La discusión que se suscita en relación a la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales como instrumento jurídico que promueve la gestión integral de los recursos hídricos, es la siguiente.

Debido a que la NOM-001SEMARNAT-1996, la NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, tienen a la fecha 18 y 19 años respectivamente, hace falta analizar si los límites máximos permisibles, se encuentran dentro de los parámetros relativos a los límites máximos permisibles, así como a su cantidad y calidad. Es decir, se tiene que determinar si las NOM's están actualizadas, o si bien requieren de actualización.

Por otra parte, no hay que perder de vista que una de las características del Derecho, y consecuentemente, los ordenamientos jurídicos en cualquier materia, son por excelencia perfectibles, deben de adaptarse al contexto donde se pretenda aplicar, y no menos importante, debe de satisfacer las. Por ello si la problemática que se suscite en relación con las aguas residuales, aumenta o se intensifica, debe ser de manera directamente proporcional; aumentar o intensificar la investigación y los estudios jurídicos que sirvan para dar una respuesta a dicha problemática. A su vez, el Comité Consultivo Nacional de Normalización, debe priorizar las normativas en materia de aguas residuales, considerando la importancia y relevancia de los recursos hídricos en nuestro país.

Es importante señalar que hay una amplia diferencia entre el ser y el deber ser, en este sentido, se plantearía la pregunta: ¿cuáles son las causas de la falta de aplicación de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales?

Cabe mencionar que la sanción del incumplimiento de los límites máximos permisibles que establece la Normatividad Oficial Mexicana en materia de



tratamiento de aguas residuales, debería analizarse como un tipo penal, ya que repercute en la calidad de vida de la población y en el equilibrio ecológico.

Valdría la pena plantear una reestructuración política y administrativa de las Autoridades de SEMARNAT y de la CONAGUA, que permita la mejor aplicación y cumplimiento de la Normatividad Oficial Mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales.

Es por esto que, necesariamente deben de abrirse foros para la actualización de las NOM's en materia de tratamiento de aguas residuales, mediante un equipo interdisciplinario de trabajo; que considere no sólo expertos en la disciplina jurídica, si no también expertos en tratamiento de aguas residuales, y también la inclusión de la participación ciudadana.

Respecto de la forma en que se expresan las normas, son visibles los errores de redacción de redacción y síntesis. Por lo cual se dificulta la aplicación de la normatividad en comento.



Conclusiones

Con base en la pregunta de investigación planteada, que a la letra dice: ¿Es la normatividad oficial mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales un instrumento jurídico que promueve la gestión integral del recurso hídrico? Se considera que se responde porque se logra identificar el conjunto de alcances y limitantes, las cuales destacan:

En lo concerniente a la Normatividad Oficial Mexicana vigente en materia de tratamiento de aguas residuales se expone el conjunto legal de la normatividad, su jerarquización, pertinencia y coherencia.

Con ello se identificaron las NOM's que tienen por objeto el tratamiento de las aguas residuales, ya sea mediante el establecimiento de los límites máximos permisibles de las agua.

Con respecto a la relación entre las Normas Oficiales Mexicanas y la gestión integrada del recurso hídrico. El análisis permite constatar la pertinencia entre la problemática identificada y la correspondiente normativa, en tal sentido deben incluirse los aspectos contextuales innovadores, como el aumento de la población, introducción de nuevas sustancias químicas y sus efectos sinérgicos, así como el fortalecimiento de las empresas para evadir su responsabilidad.

Una vez que se acepta la premisa siguiente: La gestión integral de los recursos hídricos como el proceso de administración del agua y de los elementos bióticos y abióticos con los cuales ésta tiene relación, y cuya finalidad es de promover el desarrollo social y económico, así como la procuración del desarrollo sustentable y el equilibrio ecológico, se considera que la problemática del recurso hídrico, principalmente aquella relacionada con la contaminación del agua, así como la falta de tratamiento de las aguas residuales, obliga a un cambio de paradigma para el aprovechamiento de los recursos naturales, en especial respecto al agua, el cual tiende hacia la gestión integral. De ese modo permite el mantener la calidad de los cuerpos de agua, así como la disponibilidad del recurso hídrico intra e inter generacionalmente.



A su vez, la gestión integral de los recursos hídricos, conlleva los procesos de obtención, potabilización, transporte, consumo, tratamiento de las aguas residuales y el reúso de las aguas tratadas. Siendo estos dos últimos los menos abordados, pero en estudios posteriores se considera tratarlos.

Por ende, se considera que se cumple el objetivo de evaluación longitudinal de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aguas Residuales para dar cuenta de la promoción como instrumento jurídico en la gestión integral de los recursos hídricos, en tal sentido se expuso el análisis de la normatividad oficial mexicana vigente en materia de tratamiento de aguas residuales que permiten identificar los componentes, los efectos, los métodos y los límites permisibles, así como de las funciones de las instancias responsables en el cumplimiento.

Respecto de la descripción se mostró la relación que guardan las Normas Oficiales Mexicanas con la gestión integrada del recurso hídrico, aspecto que resulta importante destacar, pues se identifican las omisiones y lagunas jurídicas para trascender en la solución de la problemática. A pesar de ello, fue posible realizar un balance de las fortalezas y debilidades de la normatividad en materia y con ello se exponen oportunidades de trabajo interdisciplinario, pues existen amenazas que conllevan al agravamiento del deterioro y contaminación que tiene trascendencia en el Todo, medio ambiente.

Con todo lo anteriormente expuesto, queda manifiesto que la Normatividad Oficial Mexicana Vigente en Materia de Tratamiento de Aguas Residuales, integrada por la NOM-001-SEMARNAT-1996, la NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-001-SEMARNAT-1997, son instrumentos jurídicos que promueven la gestión integral del recurso hídrico.



Recomendaciones

Dada la complejidad del manejo de las aguas residuales y su derivada problemática, conviene realizar en estudios posteriores, la identificación de los actores, sectores e instituciones, que incluyan equipos de académicos interdisciplinarios, para identificar la responsabilidad de los actores por sus acciones de consumo, así como las acciones gubernamentales y las políticas públicas e instrumentos que contribuyan con el cuidado y manejo del recurso vital.

Entonces, se considera que la elaboración de programas de atención de la problemática de las aguas residuales deben construirse por instancias públicas, sociales, académicas y ciudadanía en general organizada a través de diversas acciones, que bien pueden ser: Trabajo interdisciplinario de talleres, campañas, proyectos de investigación, boletines informativos para contribuir en las disposiciones legales previstas por la ley en materia.

Con la idea de reflexionar la problemática del agua en la academia, conviene incluir en los *curricula* referentes ético y normativos para asumir la responsabilidad por el cuidado y manejo de los recursos naturales.

La conformación de grupos de expertos para la creación, modificación o adecuación de los Normas Oficiales Mexicanas. Principalmente en las NOM's relativas en materia ambiental. De ahí que se proponga actualizar las normatividad, pues hay aumento de población y nuevas sustancias contaminantes.

Seguir realizando trabajos de investigación relativos al análisis de ordenamientos jurídicos que tengan por objeto la gestión integral de los recursos hídricos, cualquiera que sea su orden jerárquico.

Fomentar la implementación y ejecución de políticas públicas en materia de tratamiento de aguas residuales.

Una vez realizado el análisis de la normatividad oficial mexicana en materia de tratamiento de aguas residuales, la siguiente etapa de investigación corresponde a



la elaboración de la propuesta para la modificación y/o adecuación de ésta normatividad que satisfaga las necesidades del presente contexto de deterioro y contaminación del recurso hídrico. Con base en estos dos precedentes se diseñarían los instrumentos de ejecución; dado que, incluso la normatividad oficial mexicana vigente no los contempla.

Asimismo se recomienda difundir este trabajo en seminarios, foros de consulta, congresos y otros en la materia, así como en grupos interdisciplinarios que traten la problemática del agua y con ello, construir alternativas integrales, dada su complejidad.

Con respecto a la formación del Licenciado en Derecho, se recomienda la integración, en su curricula, de temáticas jurídicas en materia ambiental que permitan la prevención y control de la contaminación, así como la protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos bióticos y abióticos que en conjunto son parte del medio ambiente. Dado que en los actuales programas de estudio las temáticas mencionadas son marginalmente tratadas, y cuando lo hacen, abordan los temas de manera aislada y no en la totalidad.

Fomentar los trabajos de investigación y eventos académicos donde se integren las disciplinas de las ciencias ambientales y el derecho, para obtener por este medio una retroalimentación que tenga por objeto poder lograr un equilibrio ecológico y un desarrollo sustentable.

Por último, cabe mencionar que la principal adecuación que debería de hacerse respecto a la Normatividad oficial Mexicana vigente en Materia de Tratamiento de Aguas Residuales es el establecer cómo indicadores para la calidad de éstas no deben de basarse en los límites máximos permisibles, sino en las concentraciones máximas contaminantes de los cuerpos receptores, tomando en consideración su contexto biofísico y sociocultural específico.



Bibliografía

¿Qué son las Normas Oficiales Mexicanas (NOM)? Revista del Consumidor en Línea [En línea]. - 21 de Enero de 2010. - 27 de Diciembre de 2013. - <http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=7077>.

Antón D. y Días D. C. Sequía en un mundo de agua [Libro]. - Toluca, México : Piri Guazú Ediciones - CIRA, 2000.

Biswas Asit K. Gestión del Agua en Latinoamérica y el Caribe [Sección de libro] // Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI / aut. libro Ávila García Patricia. - Zamora, Michoacán : El Colegio de Michoacán, Secretaría de Urbanismo y Medio ambiente y El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2003.

Blanco A. M. y M. L. Las Normas Oficiales Mexicanas para la industria: alcances, exigencias y requerimientos de forma. [Publicación periódica] // Gestión y Política Pública. - México, D.F. : Centro de Investigación y Docencias Económicas, 2003. - 001 : Vol. XII.

Bruijnzee L.A. Hydrology of moist tropical forest and effects of conversion: a state of knowledge review [Libro]. - Netherlands : IHP-UNESCO, ITC, IAHS, VUA, 1990.

Charney J., Stone P.H. y Quirk W.J. Drought in the Sahara: a biogeophysical feedback mechanism [Publicación periódica]. - [s.l.] : Science, 1975. - 187.

Cotler H. El manejo integral de cuecas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental [Libro]. - México : Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología, 2004.

Danhke G. L. Investigación y comunicación. [Libro]. - México : McGraw-Hill, 1989.

De Pina R- y Vara R. De P. Diccionario de Derecho [Libro]. - México : Porrúa, 2008. - 37a.

Díaz A. A. Apuntes para la asignatura: Administración Básica I [Libro]. - México, D.F. : Fondo Editorial FCA, 2003.

Domingo C. S. El agua de uso urbano: Hacia un modelo sistémico de gestión [Libro]. - Culiacán, Sinaloa : Universidad Autónoma de Sinaloa, 2010.



FUSDA Medio ambiente y desarrollo: hacia un manejo sustentable del agua [Publicación periódica]. - México, D.F : Fundación por la socialdemocracia de las Américas, A.C., 2008. - 11.

Gómez D. O. Evaluación de Impacto Ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental [Libro]. - Madrid, España : Mundi-Prensa , 2002.

Gray N. F. Calidad del agua potable: Problemas y soluciones [Libro]. - Zaragoza (España) : Acribia, S.A., 1996.

Guerrero M. El agua [Libro]. - México, DF : Fondo de cultura económica, 2003. - 4ta.

Jodan C. Nutrient cycling in tropical forest ecosystem [Libro]. - Nueva York : J. Willey, 1985.

Jordan C. The nutrient balance of an Amazonian rain forest [Publicación periódica]. - [s.l.] : Ecological Society of America, 1983. - 63.

Kaufmann D., A. Kraay Governance Matters. Policy Research Working Paper [Publicación periódica]. - Whashington : Banco Muncial, 1999. - 2196.

Kerlinger F.N. y Lee, H.B. Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en las Ciencias Sociales [Libro]. - México : McGraw Hill Interamericana editores., 2002.

Kuklinski C. Medio Ambiente: sanidad y gestión [Libro]. - Barcelona, España : Omega, 2011.

Maass J.M. y García O. F. La conservación de los suelos en zonas tropicales: el caso de México [Publicación periódica]. - [s.l.] : Ciencia y Desarrollo , 1990. - 90 : Vol. 15.

Maass J.M., Jordan C. y Sarukhán J. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various managment techniques [Publicación periódica]. - [s.l.] : Journal of Applied Ecology, 1988. - 2 : Vol. 25.

Maass M. El agua como proceso integrador de los procesos funcionales del ecosistema [Sección de libro] // Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI / aut. libro Ávila Garcia Patricia. - Zamora, Michoacán : El Colegio de Michoacán: Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente: SEMARNAT/Instituto Mexicano de Teconolía del Agua, 2003.

Martínez-Yrizar A. [y otros] Litter production in a tropical deciduous forest in Western Mexico [Publicación periódica]. - [s.l.] : American Journal of Botany, 1992. - 6 : Vol. 79.



Mass J.M. Tropical deciduous forest conversion to pasture and agriculture [Libro]. - Cambridge UK : Cambridge University Press, 1995.

Máynez E. G. Introducción al estudio del Derecho [Libro]. - México : Porrúa, 2008. - 60a.

Moto E. Elementos de Derecho [Libro]. - México : Porrúa, 2007. - 50a.

ONU-Agua Integrated Water Resources Management in Action [Libro]. - [s.l.] : WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente, 2009.

Sampier R.H., Fernández C.C., Pilar B. L. Metodología de la Investigación [Libro]. - México D.F. : McGraw Hill, 2006. - 4ta.

Romero R. J. A. Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. [Libro]. - Bogotá, Colombia : Alfaomega Grupo Editor, 1999. - 3ra.

Schlesinger W. Biochemistry: and analysis of global change [Libro]. - Nueva York : Academic Press, 1991.

Seoánez C. M. Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias [Libro]. - Madrid, España : Ediciones Mundi-Prensa, 2003.

Valdez E. y Alba V. G. Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales [Libro]. - México : Fundación ICA, A.C., 2003.

Vaquero M. P. y Toxqui L. Agua para la Salud: presente, pasado y futuro [Libro]. - Madrid, España : Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012.



Anexos

Ordenamientos Jurídicos

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 5 de febrero de 1917.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 1 de diciembre de 1992.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 28 de enero de 1988.

Ley Federal de Derechos Ley Federal de Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 1 de junio de 1992.

Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 6 de enero de 1997.

Norma Oficial Mexicana NOM-02-SEMARNAT-1996. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 3 de junio de 1998.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 21 de septiembre de 1998.



Glosario

Aguas Nacionales: La LAN Nacionales en su artículo 3 fracción I establece la siguiente definición de Aguas Nacionales: “Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”

Es por esto que el artículo 27 constitucional párrafo quinto establece: Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije Derecho Internacional ; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración



anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

Bienes Nacionales: Los bienes nacionales son aquellos que establece la Ley General de Bienes Nacionales en precepto número 3, el cual señala:

Son bienes nacionales:

- I. Los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- II. Los bienes de uso común a que se refiere el artículo 7 de esta Ley;
- III. Los bienes muebles e inmuebles de la Federación;
- IV. Los bienes muebles e inmuebles propiedad de las entidades;
- V. Los bienes muebles e inmuebles propiedad de las instituciones de carácter federal con personalidad jurídica y patrimonio propios a las que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos les otorga autonomía, y;
- VI. Los demás bienes considerados por otras leyes como nacionales.

Cianuros: ($C\equiv N$) consiste en un átomo de carbono con un enlace triple con un átomo de nitrógeno. Es una sustancia química, potencialmente letal, que actúa rápidamente y puede existir de varias formas, puede ser un gas incoloro como el cianuro de hidrógeno, o el cloruro de cianógeno, o estar en forma de cristales como el cianuro de sodio o el cianuro de potasio.

Estado de Derecho: Es aquel cuyo poder se encuentra determinado por preceptos legales, de cual modo que no puede existir de sus miembros ninguna acción u omisión que no tenga su fundamento en la existencia de una norma jurídica preestablecida. La expresión de estado de derecho equivale a la de estado



constitucional y con esta denominación es también conocido (De Pina, y otros, 2008).

Metales pesados: Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos: Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque (Ley de Aguas Nacionales, 1992).

Ley: Norma Jurídica vigente.

Normatividad Ambiental Mexicana: Conjunto de normas oficiales mexicanas vigentes cuyo objeto directo o indirecto sea el medio ambiente, en tanto su protección, su conservación, la gestión de sus recursos naturales, o demás.

Norma Mexicana: La que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría, en los términos de esta Ley (Ley Federal de Metrología y Normalización), que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Norma Jurídica: Precepto lógico, jurídico, abstracto e imperoatributivo que regula la conducta externa del hombre en sociedad, en una escala temporal y espacial



determinada; la cual ha sido creada mediante por la autoridad competente a través de un proceso de positivización.

Norma Oficial Mexicana: La regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 (de la Ley Federal de Metrología y Normalización), que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación;

Gestión integral de los Recursos Hídricos: Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable (Ley de Aguas Nacionales, 1992).

Positivismo Jurídico: Doctrina que reconoce como única manifestación del derecho, al conjunto de normas que integran el sistema jurídico estatal, es decir, de aquel complejo de normas cuyo cumplimiento puede ser exigido por medio de la creatividad de los órganos establecidos al efecto, en el caso de que no sean cumplidos de manera voluntaria. De acuerdo con esta posición filosófico-jurídica, no existe más derecho que le derecho del Estado (De Pina, y otros, 2008).

Recursos Hídricos: se integran por las aguas renovables, tanto superficiales como subterráneas. El agua dulce accesible para la humanidad representa una pequeña parte de la hidrosfera, y de ella una ínfima parte es la que se consigue captar, por eso el término más preciso para evaluar la disponibilidad del agua es el de recursos hídricos renovables, que se refiere a la cantidad de aguas dulces superficiales y subterráneas de una determinada zona geográfica (normalmente una cuenca hidrográfica o un país), que se renuevan anualmente.



Abreviaturas

CCNN: Comités Consultivos Nacionales de Normalización.

COFEMER: Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

COMARNAT: Comité de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

CPEUM: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

LAN: Ley de Aguas Nacionales.

LFMYN: Ley Federal de Metrología y Normalización.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

NMX: Norma Mexicana.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NOM's: Normas Oficiales Mexicanas.

PD: Promedio Diario.

PM: Promedio Mensual.

PROY-NOM: Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

