



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE 1993 Y LAS ACTUALES, QUE ESTABLECEN LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA

PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

ISRAEL JIMENEZ HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1999



EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2805741



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente: **M en C. BISERKA SVESHTAROVA PEKARKOVA**

Vocal: **ING. QUIM. RODOLFO TORRES BARRERA**

Secretario: **BIOL. CLAUDIO A. ESCALANTE TOVAR**

1er. Suplente: **VICTOR MANUEL LUNA PABELLO**

2do: Suplente: **HILDA ELIZABETH CALDERON VILLAGOMEZ**

Sitio en donde se desarrollo el tema:

Biblioteca de la Facultad de Química

Asesor: **BIOL. CLAUDIO A. ESCALANTE TOVAR**

Sustentante: **ISRAEL JIMENEZ HERNANDEZ**

A la memoria de mis padres
quienes siempre me impulsaron
a seguir superándome.

Con todo mi amor para Alma y
mis hijos Israel, Laura y Andrés
que siempre me han brindado
todo su amor y apoyo.

A mis hermanos que me dieron
su apoyo durante mi formación
académica.

A mi Generación de Bioquímicos 84'
Con los cuales viví grandes momentos
De mi vida como universitario.

A todas aquellas personas que de
una u otra forma han influido en
la culminación de éste logro.

INDICE

- I OBJETIVOS
- II. INTRODUCCION
- III. CONTAMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS
- IV. NORMATIVIDAD DE 1993
- V. NORMA OFICAL MEXICANA 001-ECOL-1996
- VI. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE
NORMATIVIDADES DE1993 Y LA NORMA 001-
ECOL-1996
- VII. CONCLUSIONES
- VIII. BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

Desde que el hombre apareció en la tierra, ha tenido la necesidad de abastecerse de los elementos de la naturaleza para su supervivencia y desarrollo, y dentro de estos elementos se encuentra el agua, que es uno de los elementos más importantes tanto para el hombre como para todo los seres vivos existentes en la tierra.

Se sabe que el hombre utiliza el agua para sus diversas actividades, así como para su uso personal, por lo que una vez utilizada ésta agua se desecha y es regresada hacia un cuerpo receptor (por ejemplo a la alcantarilla), pero es obvio que esta agua ya no es igual a la que originalmente llegó. Por ello, el tratamiento de las aguas residuales responde a la necesidad que tiene el hombre de obtener un agua de buena calidad para los usos a los que se vaya a destinar ésta.

Por lo que la NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, tiene el objetivo de proteger la calidad de las aguas nacionales y posibilitar su uso benéfico, y por lo tanto es de observancia obligatoria para todos los responsables de las descargas.

Más aún, cuando el responsable del vertimiento de desechos líquidos no ha previsto un segundo uso para sus aguas, su descarga al medio ambiente debe responder a los requerimientos que la comunidad dicte para proteger sus recursos.

Adicionalmente, puede mencionarse que también el agua pluvial arrastra grava y arena a los alcantarillados así como basura que recoge durante su recorrido y con ello se ve incrementada la concentración de contaminantes en las aguas residuales de alcantarillados.

Por lo tanto, la nueva norma pretende evitar los impactos producidos por los contaminantes vertidos a través de las aguas residuales.

En este trabajo se pretende mostrar las diferencias entre la normatividad actual en materia de contaminación de aguas residuales y las anteriores a ésta, así

OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo principal hacer notar algunas de las diferencias existentes entre las Normas Oficiales Mexicanas NOM-CCA-001-1993 a la NOM-CCA-033-1993 y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 vigente, referidas a los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, pretendiendo con ello que los responsables de las descargas puedan consultar como apoyo la normatividad anterior a la NOM-001-ECOL-1996.

INTRODUCCION

Durante mucho tiempo, los seres vivos han requerido diversos recursos vitales para su evolución, dentro de éstos recursos encontramos a un elemento indispensable tanto para él como para su entorno, siendo este elemento : el agua. Como se sabe, el agua es utilizada para diversas actividades y necesidades de los seres vivos, por lo que este recurso es fundamental en el desarrollo de los mismos, encontrándose en este grupo el mismo hombre. Dentro de las diversa actividades y prácticas en donde el hombre ha utilizado el agua, se pueden citar algunos ejemplos tales como: la higiene personal, las actividades productivas como la agricultura, en la ganadería, en la industria, en la generación de energía (hidroeléctricas), etc.

Sin embargo, sabemos que como toda comunidad requiere del agua, también es natural que tenga que deshacerse de ella en cuanto ya no sea útil, es decir cuando el agua misma ya se haya utilizado para las diversa actividades citadas anteriormente, teniendo como consecuencia la producción de las llamadas aguas residuales.

Estas aguas residuales deberán de ser tratadas mediante un proceso complejo, con el fin de darle un reciclamiento adecuado, por ello el hombre ha tratado de buscar la forma de separar de ellas todo material contaminante que ha sido adicionado durante la utilización de la misma, mediante técnicas y métodos que pretenden hacer posible la reutilización de las aguas resultantes y además con el fin de que se regresen adecuadamente hacia los cuerpos receptores (ríos, lagos, mantos acuíferos, mar), procurando cumplir con el ciclo hidrológico.

Debido a que, si los materiales que han sido agregados al agua no son retirados adecuadamente, traerán como consecuencia la presencia de malos olores, presencia de microorganismos que puedan ser nocivos para la salud, compuestos químicos etc., formando así una mezcla que constituye una agua residual difícil de tratar.

Por lo tanto el hombre, se ha dado a la tarea de desarrollar técnicas para eliminar los contaminantes de las aguas residuales, mediante la instalación de Plantas de Tratamiento.

Actualmente en México se han substituido 44 Normas Oficiales Mexicanas por tan solo 3, siendo las siguientes: **NOM-001**, que se refiere a las descargas a cuerpos receptores; la **NOM-002** que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado ya publicada, y la **NOM-003** que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público (como proyecto de norma), que se refiere al reuso del agua en servicios públicos urbanos. Adicionalmente, para completar el marco normativo en materia de aguas residuales se encuentran como anteproyecto otras 3 **NOM's**. Una que se referirá a la disposición de lodos residuales de plantas de tratamiento municipales, y otras dos que contemplarán las descargas a acuíferos por infiltración e inyección respectivamente.

Como se sabe, las descargas de aguas residuales que afectan al sistema hidráulico nacional y al medio ambiente, se originan básicamente en los usos público urbano (municipal), industriales y agrícolas, debido a esto, en el presente trabajo se pretende señalar algunos de los grupos industriales que se consideran los principales generadores de desechos industriales altamente contaminantes.

CONTAMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Un aspecto fundamental para el control de la contaminación es el establecimiento de las características de la calidad del agua, que deben cumplir las descargas antes de su vertido en los cuerpos receptores.

De acuerdo a la fracción III del Artículo 86 de la Ley de aguas Nacionales y ampliado en los Artículos 139 fracción II y 140 del Reglamento de la propia Ley, es facultad de la Comisión Nacional del agua (CNA) el fijar las condiciones particulares de calidad que deben cumplir las descargas de aguas residuales antes de su vertimiento a bienes de la Nación.

Con el propósito de que se pueda entender de manera más clara el problema de la contaminación hídrica, se debe comprender de manera general el ciclo hidrológico, por lo que se analizará brevemente.

El Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico puede empezar con la evaporación de los océanos, en donde el vapor resultante es transportado por las masas de aire en movimiento y que en determinadas condiciones el vapor se condensa formando las nubes, que a su vez, pueden ocasionar precipitaciones. Dichas precipitaciones al caer sobre el terreno pueden en parte ser retenidas por el mismo, otra parte escurre sobre las superficies y la restante la penetra.

El agua retenida es devuelta a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. La parte que escurre sobre la superficie es drenada por los arroyos y ríos hasta los océanos, aunque se puede saber que una parte de éstas aguas no llega a recorrer dicho ciclo en su totalidad, ya que el agua precipitada no se evapora en su totalidad, no podemos decir que el agua se ha perdido porque estaríamos en un error de apreciación, es decir que el remanente del agua no evaporada se encuentra en muchas ocasiones en las plantas y que posteriormente mediante sus funciones metabólicas la libera para volverla a integrar al ciclo

hidrico. El agua que se infiltra, satisface la humedad del suelo y abastece los depósitos subterráneos, en donde fluye hacia las corrientes de los ríos, o bien hacia los océanos; y la que se queda en la capa vegetal del suelo, es regresada a la atmósfera mediante la transpiración.

Lo señalado anteriormente, no ha tomado en cuenta la mano del hombre, pero como se sabe, él mismo aprovecha el agua para sus necesidades vitales y para el desarrollo de sus actividades económicas, como se mencionó anteriormente.

Una vez que ha sido utilizada por el hombre, se procura devolver a sus lugares de origen, con el propósito de que se continúe así el ciclo hidrológico. El agua residual que se vierte a los cuerpos receptores no tiene la misma calidad que la original, aunque depende del uso que se la haya destinado, ya que puede tener diferentes concentraciones de materia orgánica, microorganismos, minerales o también energía calorífica (en las hidroeléctricas o en la industria misma).

Panorama del Tratamiento de las Aguas Residuales

Un aspecto importante, que se debe de tomar en cuenta es el vertido de las aguas residuales directamente a los cuerpos receptores (cauces, vasos, acuíferos y mar), provocando con esto la degradación de la calidad original de las aguas, inutilizándolas para su posterior aprovechamiento. Por lo que es de vital importancia el que se lleve a una planta de tratamiento antes de ser vertida a las tierra de siembra o a los cuerpos receptores. (1, 39)

En materia de saneamiento, hacia finales de 1988 se contaba con un total de 223 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales de diversas tecnología, las cuales permitían tratar un caudal medio de 14 m³/s (12% del caudal total generado de aguas residuales en esa fecha).

Con recursos técnicos y financieros del Programa de Agua Potable a Zonas Urbanas (APAZU), se han venido realizando acciones como las del Programa de

Saneamiento de Cuencas, en donde principalmente en la cuenca de Lerma-Chapala y otros municipios se han logrado avances sustantivos en la rehabilitación y ampliación de sus sistemas de tratamiento.

Para finales de 1993, la capacidad de tratamiento se incrementó a cerca de 35 m³/s. Para 1994, se estimó un total de 825 plantas de tratamiento con una capacidad instalada de más de 38 m³/s, 24% del total de aguas residuales generada por la población. (Ver Tabla I) (34).

T A B L A I
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales

Año	No. de Plantas	Volumen Tratado (m ³ /s)	Remoción Esperada (Toneladas de DBO/día)
1988	223	14.0	302
1989	256	15.2	343
1990	310	19.3	418
1991	361	25.1	541
1992	577	29.1	627
1993	650	34.8	750
1994*	825	38.4	830

* Estimado a septiembre de 1994.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, SARH, 1994.(1)

Subsiste sin embargo, el problema de la deficiencia de operación y mantenimiento de las instalaciones, ocasionado por la falta de personal capacitado para que se haga cargo de la operación.

En el caso particular del saneamiento de la cuenca Lerma-Chapala, de 48 plantas de tratamiento con una capacidad conjunta de 3.7 m³/s, programadas en una primera etapa para reducir la contaminación del río Lerma y el lago Chapala, actualmente se encuentran en operación 38, las restantes están en proceso de construcción (Tabla II) . (34).

T A B L A II

Avance de la primera Etapa del Programa de Saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala

Entidad	Compromiso		Terminadas		En Construcción		En Proyecto	
	No de plantas	Capacidad (m ³ /s)	No de plantas	Capacidad (m ³ /s)	No de plantas	Capacidad (m ³ /s)	No de plantas	Capacidad (m ³ /s)
México	20	0.743	14	0.342	1	0.080	5	0.321
Querétaro	2	0.600	2	0.600	---	---	---	---
Guanajuato	3	0.800	3	0.800	---	---	---	---
Michoacan	5	0.560	1	0.064	3	0.440	1	0.056
Jalisco	16	0.594	16	0.594	---	---	---	---
CFE	1	0.148	1	0.148	---	---	---	---
PEMEX	1	0.255	1	0.255	---	---	---	---
Total	48	3.700	38	2.803	4	2.803	6	0.377

Fuente: Comisión Nacional del Agua, SARH, 1994.

Para la Segunda etapa se contempló la construcción de 52 plantas y cinco ampliaciones a plantas de tratamiento de la primera etapa, con capacidad para 11 m³/s. Los avances logrados hasta septiembre de 1994, fueron: una planta terminada, seis en construcción y 29 en proyecto. (32).

Por lo que para finales de 1997, con la entrada del Gobierno del Dr. Ernesto Zedillo, se debieron haber culminado las plantas proyectadas así como las ampliaciones de las cinco plantas.

Los resultados alcanzados con las dos fases de tratamiento permitieron avanzar en la meta de reducción de la carga de contaminantes, en términos de DBO de las descargas ribereñas al lago de Chapala en un 65% y de las correspondientes al río Lerma en un 50%.

Asimismo, la Comisión Nacional del Agua (CNA) durante todos sus monitoreos a nivel nacional, ha detectado que las áreas con mayor cantidad de mantos freáticos contaminados son la Comarca Lagunera, el Valle de México y la Península de Yucatán. Las que presentan intrusión salina son los acuíferos de los valles de Santo Domingo y de Guaymas; la costa de Hermosillo; Vizcaíno y La Paz. En cuanto a degradación del recurso por infiltración de aguas superficiales

contaminadas, se cuentan los acuíferos del Valle de México, de Tula y Mérida.

Entre las corrientes más contaminadas del país se encuentran las cuencas de los ríos Lerma, Chapala (se mencionaron anteriormente los programas de saneamiento de éstos ríos), Santiago, San Juan, Balsas, Blanco, Pánuco, Nazas y Bravo, por lo que se han considerado de primer orden darles atención y saneamiento (1).

De acuerdo con lo anterior, la naturaleza de los residuos y las características del agua influirán de manera considerable en los efectos de una descarga en particular. Los desechos de mayor importancia en la contaminación del agua son:

1. Compuestos tóxicos, que ocasionan la destrucción o inhibición de la actividad biológica en el agua, siendo la mayor parte de ellos originados en las actividades industriales e incluyen algunos de los siguientes materiales: metales pesados, fenoles, pesticidas radioisotopos. Cabe señalar que algunas algas son responsables de desprender algunas toxinas en el agua, por lo que se sabe que ésta también puede tener algunos contaminantes, pero en menores concentraciones, debido a fenómenos biológicos.

2. Materiales que afectan el balance biológico del oxígeno del agua.

- a) sustancias y/o microorganismos que consumen el oxígeno disuelto, que pueden ser tanto materia orgánica que es descompuesta biológicamente y ocasiona una demanda bioquímica de oxígeno o agentes inorgánicos reductores.

- b) sustancias y/o microorganismos que impiden la reoxigenación, debido a que el oxígeno disuelto en el agua es suministrado por transferencia desde la atmósfera, por lo que las industrias productoras de aceite o detergentes liberan aguas residuales en donde en esta agua se puede formar una capa protectora sobre la superficie de la misma que impide el intercambio de oxígeno con el medio que lo rodea, provocando así la reducción de la tasa de transferencia de oxígeno y pueden por lo tanto ampliar los efectos de las sustancias y/o microorganismos

consumidores de oxígeno.

c) las descargas con altas temperaturas pueden alterar el balance de oxígeno porque la concentración de saturación del oxígeno disuelto disminuye al incrementarse la temperatura.

3. Altas concentraciones de sólidos inertes, pueden depositarse en el fondo de las corrientes y lagos impidiendo el crecimiento de la flora acuática que sirve de alimento a los peces.

4. La presencia de microorganismos patógenos puede ocasionar brotes de enfermedades infecciosas, si el agua se emplea para consumo humano o animal.

Además se tiene conocimiento de que una corriente con un contenido bajo de materia orgánica tiene pocas sustancias nutritivas para mantener la vida de los microorganismos presentes en estos cuerpos receptores, por el contrario un cuerpo receptor con un alto contenido de materia orgánica propicia las condiciones para que sea inadecuado para plantas y animales superiores, así que las bacterias son las especies que predominan.

Como se puede percibir la contaminación del agua puede traer muchos efectos indeseables, es decir no sólo la presencia de microorganismos patógenos o un déficit de oxígeno, sino que puede haber un alto contenido de sólidos disueltos, materia orgánica, nutrientes (como nitrógeno, y fósforo), turbiedad, olor y otros parámetros indicadores de contaminación. Esto depende obviamente del tipo de agua residual de dónde provenga, ya que como se mencionó, puede ser agua residual doméstica, industrial o pluvial.

La contaminación de las aguas ocasiona que los usos benéficos que se le pueden dar al recurso, se vean limitados; por ello, y para proteger el interés público, los gobiernos han establecido la legislación necesaria para llevar a cabo una adecuada protección a los cuerpos receptores del vertimiento de desechos.

Antecedentes de las Normas Oficiales Mexicanas

El agua como recurso vital, ha sido tratada claramente en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos desde 1917, en el Artículo 27 señala: "La propiedad de las tierras y aguas comprendida dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ella a los particulares, constituyendo la propiedad privada".

Además señala que "La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana". Asimismo se establece que se dictarán las medidas necesarias "para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad".

Tomando como fundamento este artículo, el gobierno federal ha establecido las medidas legales para evitar la contaminación del agua, de acuerdo a las facultades que el Artículo 73 confiere al Congreso de la Unión para expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal y que el Artículo 89 confiere al Presidente de la República para "promulgar y ejecutar las leyes que expida el Congreso de la Unión, proveyendo en la esfera administrativa a su exacta observancia".

Sin embargo, el Artículo cuarto establece que "Toda persona tiene derecho a la protección de la salud". Como se apreciará, con este señalamiento se sientan las bases para legislar en materia de la protección a la salud por efectos del medio ambiente.

El marco constitucional señalado anteriormente, da la pauta para establecer

las Leyes Generales del equilibrio Ecológico, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley General de Salud.

Por otro lado el Artículo 115 constitucional fija las bases del establecimiento del Municipio Libre. La fracción III, indica los servicios públicos que están a cargo de los municipios, y en primer lugar, se menciona a los sistemas de agua potable y alcantarillado. A partir de esta norma, los municipios son los responsables de la operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, como parte de su infraestructura de alcantarillado; apegándose para ello, a los ordenamientos legales indicados anteriormente.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental

En el año de 1971, se expidió la Ley federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, que fue el primer intento a nivel nacional, de establecer un marco legal para proteger el ambiente. El 30 de diciembre de 1981 se expidió la Ley Federal de Protección al Ambiente, la cual abrogó la ley anterior; en 1983, se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de esta ley. Para 1988, se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el 13 de diciembre de 1996, se publicaron las últimas reformas y adiciones a dicha Ley.

Ley General de Salud

La ley General de Salud fue expedida, en 1983 y deroga al Código Sanitario de los estados Unidos Mexicanos. El artículo tercero establece que, es materia de salubridad general "la prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre", por ello se cuenta con un capítulo destinado a los efectos del ambiente en la salud.

El artículo 118, menciona que corresponde a la Secretaría de Salud:

- I. Determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser

humano de contaminantes en el ambiente:

- II. Emitir las normas técnicas a que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso y consumo humano;
- III. Establecer criterios sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales, para evitar riesgos y daños a la salud pública.

Ley de Aguas Nacionales

La ley de Aguas Nacionales (LAN) se expidió con el fin de reglamentar los párrafos quinto y sexto del artículo 27 de la Constitución. En el aspecto de control de la calidad del agua, establece la participación de la federación para regular el vertido de aguas residuales a cuerpos de aguas nacionales.

Adicionalmente se debe señalar que la LAN ocupa un espacio muy importante en la prevención y control de la contaminación del agua, en la cual se establece un sistema de permisos de descarga obligatorio para todos los responsables que vierten a cuerpos receptores de propiedad nacional. Con los mismos principios de administración objetiva, los permisos establecen claramente los derechos y obligaciones de los permisionarios y delimitan la capacidad discrecional de la autoridad.

Las obligaciones básicas de los permisionarios se concentran en: el cumplimiento, generalmente por la vía del tratamiento de las aguas residuales, de las Condiciones Particulares de Descarga (CPD) que fija la Comisión Nacional del Agua (CNA) conforme a procedimientos previamente establecidos y de las Normas Oficiales Mexicanas para Descargas establecidas, en esos tiempo, por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDUE).

En 1986, apareció el "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas", publicado por SEDUE, y que en su Artículo 13 ya citaba los valores máximos permisibles para los siguientes contaminantes (35):

" Sólidos sedimentables....1.0 ml/l

Grasas y aceites.....	70.0 ml/l
Materia Flotante.....	Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3 mm de claro libre cuadrado.
Temperatura35°C
pH4.5 - 10.0

Además de este reglamento, se tenía conocimiento de las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con las técnicas de muestreo de las Aguas residuales, y los métodos de estudios, por ejemplo, sólidos sedimentables (NOM-AA-4-77); grasas y aceites (NOM-AA-5-80); materia flotante (NOM-AA-6-73), asimismo algunos contaminantes fundamentales como por ejemplo el pH (NOM-AA-8-80); oxígeno disuelto (NOM-AA-12-80), etc.

En 1989, en la Gaceta Ecológica se publicaron las Normas Técnicas Ecológicas que establecían los límites máximos permisibles y el procedimiento de la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas provenientes de la industria, en las cuales ya se contemplaban contaminantes característicos de cada industria dependiendo de su giro, es decir además de los parámetros generales necesarios para llevar a cabo el estudio básico de las aguas residuales, siendo los siguientes parámetros los más comunes: pH, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) (43,44).

A estas 25 Normas Técnicas se adicionaron otras 4 normas (NTE-CCA-026/91 a la NTE-CCA-32/91), que fueron parte del conjunto de normas que deberían de cumplirse, a fin de disminuir los niveles máximos de los contaminantes, siempre y cuando llevarán a cabo un tratamiento especial de sus aguas residuales o mediante la modificación de su proceso de producción, etc.(3-33).

Por todo lo anterior, es necesario hacer notar que la legislación y la normatividad relacionada con la contaminación de aguas y las descargas de aguas

residuales a cuerpos receptores, han tenido un objetivo primordial que es el de pretender mantener al ambiente lo menos contaminado posible, específicamente en este caso a las aguas residuales o tratar de abatir o mantener a los contaminantes dentro de un rango en el cual se pueda determinar que una empresa está procurando proteger al medio ambiente, cumpliendo con los propósitos de las normas, ya que se debe de tomar en cuenta que legalmente las empresas mismas podrían y pueden ser multadas fuertemente por la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de dichas normas, y por el contrario pueden ser tomadas en cuenta como industrias modelo en relación a la liberación de menos carga de contaminantes, pretendiendo con ello que entre la industria exista una competencia que podría considerarse ecológica, para saber quién es la menos contaminadora de ellas, claro que teniendo siempre como propósito liberar aguas residuales con menor cantidad de contaminantes.

En el capítulo siguiente, se analizarán las 33 (treinta y tres) Normas Oficiales Mexicanas que se publicaron en el año de 1993, en relación con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de los diferentes giros industriales, que se contemplaban en ese momento.

NORMATIVIDAD DE 1993

El tema del medio ambiente acapara hoy la atención en todos los ámbitos del quehacer humano. No obstante, todavía no contamos con una evaluación, medición y cuantificación exhaustiva de las transformaciones que sufre el medio ambiente por la acción del hombre y de los fenómenos naturales, como tampoco de los impactos ambientales a la sociedad.

En otras palabras necesitamos establecer cuáles son las relaciones entre las actividades humanas y los cambios ambientales, así como los cambios que afectan la riqueza de los ecosistemas y la explotación sostenida de los recursos; qué está haciendo el hombre para proteger y restablecer el medio ambiente, y cuáles son las condiciones ambientales en materia de contaminación por agua residuales (industriales, domésticas etc) y las tendencias principales.

Haciendo caso a esta preocupación el Instituto Nacional de Ecología, se dio a la tarea de elaborar Normas Oficiales, las cuales permitieran establecer e indicar los parámetros principales para el control de contaminantes presentes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria, dicha publicación fue el 13 de octubre de 1993, en las cuáles se contemplaban las cuatro primeras Normas Oficiales Mexicanas (Ver Tabla III) (2-4):

TABLA III

NORMA	pH (unidades pH)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Grasas y Aceites (mg/L)	DBD (mg/L)	DQO (mg/L)					
NOM-CCA-001 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.	6-9	6-9	60	80	15	18				
NOM-CCA-002 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria productora de azúcar de caña.	6-9	6-9			15	20	60	72		
NOM-CCA-003 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la refinación de petróleo y petroquímica.	6-9	6-9	70	85	30	45	60	72	100	120
NOM-CCA-004 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.	6-9	6-9	60	70			60	70		

En el caso de que se identificaran descargas que a pesar del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en las normas anteriormente señaladas causando efectos negativos en los cuerpos receptores, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la Comisión Nacional del Agua, se encargaba de fijar condiciones particulares de descarga para señalar límites

máximos permisibles más estrictos adicionales a los parámetros señalados en la Tabla III, por ello se tomaba en cuenta la actividad específica de las industrias en estudio.

El 18 de octubre del mismo año se publicaron las Normas Oficiales Mexicanas complementarias, que comprendían lo señalado en la Tabla IV (5-34):

TABLA IV

NORMA	pH		Sólidos Suspendidos Totales		Grasas y Aceites		DBO		DQO	
	(unidades pH)		(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)		(mg/L)	
NOM-CCA-005 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.	6-9	6-9	70	84	15	20	100	120	200	240
NOM-CCA-006 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de harinas.	6-9	6-9	150	180			150	180		
NOM-CCA-007 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la cerveza y la malta.	6-9	6-9	150	180	30	36	150	180		
NOM-CCA-008 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción.	6-9	6-9	60	70	10	15	60	70	100	120

TABLA IV (Cont.)

NORMA	pH (unidades pH)	Sólidos		Grasas y		DBO	DQO			
		Suspensos	Totales	Aceites	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)			
NOM-CCA-009 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados.	6-9	6-9	100	120	20	30	100	120		
NOM-CCA-010 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de manufactura del vidrio plano y de fibra de vidrio.	6-9	6-9	40	50	30	40	30	40	100	120
NOM-CCA-011 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de productos de vidrio prensado y soplado.	6-9	6-9	30	35	30	45				
NOM-CCA-012 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria huleira.	6-9	6-9	60	70	10	15	50	60	180	200
NOM-CCA-013 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria del hierro y del acero.	6-9	6-9	50	60	30	40				
NOM-CCA-014 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria textil.	6-9	6-9	100	120	20	30	100	120	200	240

TABLA IV (Cont.)

NORMA	pH (unidades pH)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)		Grasas y Aceites (mg/L)		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)		
NOM-CCA-015 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la celulosa y el papel.	6-9	6-9	200	240	40	50	200	240	
NOM-CCA-016 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de la bebida gaseosa.	6-9	6-9	180	240	30	40	180	240	
NOM-CCA-017 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de acabados metálicos.	6-9	6-9	50	60	20	30			
NOM-CCA-018 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de laminación, extrusión y estraje de cobre y sus aleaciones.	6-9	6-9	50	60	20	30			
NOM-CCA-019 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de impregnación de productos de aserradero.	6-9	6-9	120	150	40	50		180	240
NOM-CCA-020 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.	6-9	6-9	60	70				100	120
NOM-CCA-021 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria del curtido y acabado de pieles.	6-9	6-9	200	240	30	40	200	240	

TABLA IV (Cont.)

NORMA	pH		Sólidos		Grasas y		DBO	DOO		
	(unidades pH)		Suspendidos		Aceres		(mg/L)	(mg/L)		
			Totales		(mg/L)					
			(mg/L)							
NOM-CCA-022 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de matanza de animales y empacado de cármicos.	6-9	6-9	200	240	30	40	200	240		
NOM-CCA-023 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.	6-9	6-9	100	120	20	25	100	120		
NOM-CCA-024 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.	6-9	6-9	125	150	20	30	125	150		
NOM-CCA-025 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.	6-9	6-9	200	240	40	50	200	240		
NOM-CCA-026 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de restaurantes o de hoteles.	6-9	6-9	30	45	15	20	30	45		
NOM-CCA-027 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria del beneficio del café.	6-9	6-9	150	180	10	20	150	180		

TABLA IV (Cont.)

NORMA	pH		Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)		Grasas y Aceites (mg/L)		DBO (mg/L)		DQO (mg/L)	
	(unidades)	pH								
NOM-CCA-028 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de preparación y envasado de conservas de pescado y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado.	6-9	6-9	100	120	20	30	100	120		
NOM-CCA-029 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.	6-9	6-9	40	60	15	20	40	60	80	120
NOM-CCA-030 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de jabones y detergentes.	6-9	6-9	50	100	40	80	130	180	260	360
NOM-CCA-031 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.	6-9	6-9			60	100				
NOM-CCA-032 ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.	6.5	8.5	120				120			
NOM-CCA-033 ECOL/1993, que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano y municipal o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas.*	6-9	6-9	60	70			60	70		

Nota: las columnas de los valores que están contenidos en las tablas anteriores, la columna del lado izquierdo son lecturas de promedio diario, y las columnas del lado derecho son valores instantáneos.

* Los valores reportados en esta Norma, son valores de límites máximos permisibles (3-35)

Considerando que las descargas de aguas residuales en las redes colectoras, ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos y su infiltración en los terrenos, provenientes de las diversas industrias, provocan efectos adversos en los ecosistemas, fue necesario fijar los límites máximos permisibles que deberían satisfacer dichas descargas.

Con todo lo anterior, se puede establecer que uno de los objetivos de los responsables de las descargas no consiste en mantener las concentraciones de los niveles de contaminantes por debajo de los establecidos en las Normas Oficiales durante jornadas normales de trabajo, sino llevar a cabo en sus centros de trabajos cambios que puedan repercutir en el control de liberación de altas concentraciones de contaminantes durante cualquier época del año.

Como se sabe, el llevar a cabo éstas tareas implica una inversión muy grande de dinero y no todas las empresas tienen el soporte económico para llevar a cabo esta inversión, y por ello una gran parte de la mediana y pequeña industria sólo cumplían con el requisito señalados por las Normas Oficiales vigentes.

Por ello, la situación actual del sector industrial ha sido objeto de una serie de estudios de diagnóstico realizados por organismos nacionales e internacionales, con el objeto de servir de apoyo a planes, programas y actividades de cooperación técnica que tienden a lograr la modernización del sector industrial en todos sus aspectos, así como la prevención y control de la contaminación ambiental producida por el mismo.

Debido a que la distribución y número de empresa del sector industrial es muy amplio, se considera entonces que están contenidos los siguientes sectores industriales:

- a) Alimentos y Bebidas;
- b) Industria Azucarera;
- c) Textiles y cuero;

- d) Orgánicos Básicos, resinas, fibras sintéticas y fertilizantes;
- e) Industrias de la Madera, productos de madera, (excepto muebles), pulpa, celulosa y papel;
- f) Industria farmacéutica, jabones, grasas y aceites, pinturas y plaguicidas;
- g) Petróleo, petroquímica y derivados;
- h) Industria de minerales no metálicos;
- i) Productos metálicos metálica básica, fabricación de maquinaria y equipo;
- j) Industria de la Electricidad;
- k) Industria de Hoteles y servicios afines;
- l) Industrias de Componentes eléctricos y electrónicos;
- m) Otros giros.

Por este motivo, es importante señalar que el presente trabajo se referirá a grupos industriales específicos, los cuales hemos tomado como muestra para poder demostrar la aplicabilidad de la normatividad vigente en esos días en relación con la concentración de contaminantes permisibles para esos giros Industriales, por lo que los siguientes grupos industriales serán descritos más adelante:

- Industria Minera
- Industria Petrolera
- Industria Eléctrica

LA INDUSTRIA MINERA

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, practicada desde la época prehispánica y fuente de la expansión regional desde la colonia. Ha estado presente en el desarrollo del país como un factor importante de modernización y avance al suministrar insumos a prácticamente todas las industrias, entre las que destacan las de la construcción, la metalúrgica, la siderúrgica, la química y la electrónica, y al formar parte de la fabricación de

artículos de uso cotidiano que van desde lápices, relojes, joyas, televisores, computadoras, automóviles y camiones, la construcción de casas, edificios y carreteras, hasta la manufactura de una gran variedad de maquinaria y equipo.

La minería es también uno de los ejes que permiten entender el tránsito del país al siglo XX, ya sea como importante fuente de divisas, o bien como uno de los escenarios en el que se revelaron las tensiones sociales e injusticias de la etapa porfirista y algunas de las causas que incitaron a la Revolución de 1910.

Actualmente, además de contribuir positivamente como generadora de divisas mediante exportaciones, ha tenido una influencia relevante en la *orientación de los elementos troncales de la infraestructura del transporte.*

En 1993, las entidades más importantes de estas actividades, por orden de importancia y según su volumen de producción fueron: Coahuila, Baja California Sur, Colima, Michoacán y Zacatecas que produjeron alrededor del 85% de la producción nacional.

En materia de protección al ambiente, se ha considerado a la industria minera como a una de las principales industrias contaminadoras tanto del aire como del agua, por lo que se han publicado una serie de normas oficiales mexicanas que pretenden controlar las emisiones y descargas de los diversos contaminantes liberados por la industria minera.(39)

Asimismo, como se sabe el gasto de agua en la industria minera es excesivo y las zonas en donde se encuentran los estados dedicados a esta actividad y son de donde se extrae más agua (Tabla V).(1)

T A B L A V

**Agua Subterránea: Distribución Regional
(Millones de metros cúbicos/año)**

Región	Extracción	Recarga	Almacenamiento
Baja California	1,724	1,152	10,600
Noroeste	3,026	2,059	32,600
Pacífico Centro	276	691	
Balsas	1,008	1,849	
Pacífico Sur e Istmo	140	159	
Bravo	2,150	3,00026,750	
Golfo Norte	32	62	
Papaloapan	334	606	20,000
Grijalva-Usumacinta	184	292	
Península de Yucatán	500	500	
Cuencas cerradas	2,060	1,360	20,400
Lerma	2,386	3,179	
Valle de México	2,540	2,323	
Costa Centro	35	177	
Total	16,395	17,409	110,350 ..

FUENTE: SARH "Panorama del Agua en México", 1980. En SEDUE/Comisión Nacional del Agua. México: Informe de la situación en la materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. 1989-1990, México, 1992.

De las Normas Oficiales Mexicanas que regulan a la Industria Minera, se consideran a dos de los grupos listados anteriormente de la siguiente manera:

- Grupo de Industrias de minerales no metálicos:
 - Industria de la Fabricación de Asbestos de construcción (NOM-CCA-008-ECOL/1993);
 - Industria de Manufactura de Vidrio Plano y la de Fibra de Vidrio (NOM-CCA-010-ECOL/1993);
 - Industria de Productos de Vidrio Prensado y Soplado (NOM-CCA-011-ECOL/1993);
 - Industria de Asbestos Textiles, Materiales de Fricción y selladores (NOM-CCA-020-ECOL/1993).
- Grupo de Manufacturas de Productos Metálicos, Metálica Básica, Fabricación de Maquinaria y Equipo:
 - Industria del Hierro y del Acero (NOM-CCA-013-ECOL/1993);
 - Industria de Acabados Metálicos (NOM-CCA-017-ECOL/1993);
 - Industria de Laminación, Extrusión y Estiraje de Cobre y sus

Aleaciones (NOM-CCA-018-ECOL/1993);

- Industria de la Galvanoplastia (NOM-CCA-036-ECOL/1993), citada aquí como referencia.

A continuación se llevará a cabo una breve descripción de las normas Oficiales del grupo de manufactura de productos metálicos, metálica básica fabricación de maquinaria y equipo, tomando en cuenta que el otro grupo industrial de minerales no metálicos no se discutirá en este trabajo ya que eso implicaría un trabajo más laborioso y profundo, pero con lo analizado con el grupo industrial de manufactura de los productos metálicos se pretende hacer notar esas diferencias existentes entre la normatividad anterior y la vigente en éste campo minero.

NOM 013-ECOL/93

En ésta Norma, se pretendía controlar la liberación de 10 contaminantes específicos dentro de sus aguas residuales y que por lo tanto son difíciles de remover durante el tratamiento, entre ellos encontramos al pH, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, nitrógeno amoniacal, fenoles, cianuros, zinc, plomo, cromo total y níquel.

Dependiendo del tipo de descarga que se tuviera o si se sospechaba de algún otro contaminante presente se podían determinar otros parámetros adicionales, dentro de los cuales se encontraban el fluoruro, manganeso, nitratos, sulfuros, temperatura, tóxicos orgánicos y unidades de toxicidad aguda con *Daphnia magna*.

Los muestreos dependen del número de horas de trabajo en las cuales labora la planta.

Los límites máximos permisibles de coliformes totales medidos como números más probable por cada 100 ml. en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria del hierro y del acero considerando las aguas de

servicio son:

- 1,000 como límite promedio diario y 1,000 como límite instantáneo en las aguas residuales de los procesos industriales.
- 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo receptor, mezcladas con las aguas residuales del proceso industrial.
- Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración provea su infiltración en terreno, de manera que no se cause un efecto adverso en los receptores.

NOM-CCA-017-ECOL/1993

En ésta Norma, se pretendía controlar la liberación de 17 contaminantes específicos dentro de sus aguas residuales y que por lo tanto son difíciles de remover durante el tratamiento

Dependiendo del tipo de descarga que se tuviera o si se sospechaba de algún otro contaminante presente se podían determinar otros parámetros adicionales.

Los muestreos dependían del número de horas de trabajo en las cuales laboraba la planta.

Los límites máximos permisibles de coliformes totales medidos como números más probable por cada 100 ml. en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria del hierro y del acero considerando las aguas de servicio son:

- 1,000 como límite promedio diario y 1,000 como límite instantáneo en las aguas residuales de los procesos industriales.
- 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su

descarga a un cuerpo receptor, mezcladas con las aguas residuales del proceso industrial.

- Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración provea su infiltración en terreno, de manera que no se cause un efecto adverso en los receptores.

NOM-CCA-018-ECOL/1993

En ésta Norma, se pretendía controlar la liberación de 10 contaminantes específicos dentro de sus aguas residuales y que por lo tanto son difíciles de remover durante el tratamiento,.

Dependiendo del tipo de descarga que se tuviera o si se sospechaba de algún otro contaminante presente se podían determinar otros parámetros adicionales.

Los muestreos dependían del número de horas de trabajo en las cuales laboraba la planta.

Los límites máximos permisibles de coliformes totales medidos como números más probable por cada 100 ml. en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria del hierro y del acero considerando las aguas de servicio son:

- 1,000 como límite promedio diario y 1,000 como límite instantáneo en las aguas residuales de los procesos industriales.
- 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo receptor, mezcladas con las aguas residuales del proceso industrial.

En el caso de que durante el período de operación del proceso generador de la descarga, ésta no se presentara en forma continua, el responsable de dicha descarga debería presentar a consideración de la autoridad competente,

la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los parámetros contaminantes.

El reporte de los valores de los parámetros de las descargas de aguas residuales obtenidos mediante el análisis de las muestras compuestas, se integraba de acuerdo con lo establecido por la autoridad competente.

Para la determinación de los valores de los parámetros señalados, se deberían aplicar los métodos señalados en la bibliografía relacionada con los métodos de análisis de los diferentes contaminantes que establecen las Normas Oficiales Mexicanas.

Ahora bien, es conocido por la gran mayoría de la gente dedicada al estudio ambiental que el desarrollo y la modernización del sector minero, como el de la mayor parte de la industria, lleva implícitas perturbaciones de tipo ecológico, que no deben ser soslayadas en el diseño y ejecución de las políticas para su desarrollo. Ello explica que se haya pasado el objetivo principalmente correctivo en materia de cuidado del ambiente, que predominó en el pasado, a uno esencialmente preventivo, orientado hacia el desarrollo sustentable de esta actividad, dando cumplimiento al compromiso adoptado por México en relación con el cuidado ambiental.

Es interesante hacer notar que para contribuir a alcanzar este objetivo, las empresas de la industria minera de México invirtieron en 1992, alrededor de 40 millones de nuevos pesos. (35)

Las explotaciones de yacimientos y beneficios de minerales (como toda actividad extractiva) pueden provocar alteraciones o impactar de manera negativa al entorno.

En lo que respecta a la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores, representan una protección adicional que va a reforzar la acción de control, que ha venido desarrollando la Comisión Nacional del Agua. El establecimiento de los límites máximos permisibles en las descargas de los

contaminantes provenientes del procesamiento de minerales metálicos y no metálicos, contribuiría al control en el deterioro de la calidad del agua, evitando que los metales pesados en solución contaminen los cuerpos receptores cercanos a las operaciones mineras. (1)

Finalmente, respecto a la participación del sector minero en el estudio de ordenamiento ecológico, se apoya técnicamente al Instituto Nacional de Ecología (INE) en la labor de promover a través de la gestión de modelos alternativos de uso del suelo, opciones que hagan congruentes la ejecución de proyectos productivos con los programas de protección ambiental en los recursos naturales. (1 y 2)

LA INDUSTRIA PETROLERA

Los energéticos han ocupado un papel fundamental en la historia hasta el grado de que el tipo de energía que utiliza una sociedad y sus formas de consumo puede tipificarse su grado de desarrollo. No hay duda de que el carbón, la electricidad y el petróleo, contribuyeron a revolucionar los procesos productivos, formas de vida y transformaciones económicas y sociales de la humanidad en los dos últimos siglos (1)

En nuestro país, del total de energía generada en 1993, 64% tuvo su origen en los hidrocarburos; 21% en la hidroeléctrica; 7% derivó del carbón; 5% de la geotermia y el 3% del uranio (1)

La industria del petróleo en México tiene un significado estratégico de primera magnitud; éste queda de manifiesto por los niveles de contribución a la economía nacional en renglones tales como el producto interno bruto (PIB).

La participación de Petróleos Mexicanos (PEMEX) al (PIB) para 1993 fue superior a 6%, respecto de la balanza comercial, contribuyó aproximadamente con 30%.

En la industria petrolera es de vital importancia conocer y evaluar el

deterioro actual en los ecosistemas, principalmente en los recursos naturales. El impacto ambiental producido por los energéticos comprenden los efectos de todas y cada una de las fases de su ciclo de producción.

Como se sabe la industria petrolera consiste de una diversidad de etapas, dentro de los cuales los procesos de refinación y de petroquímica son generalmente los que más llaman la atención en su impacto al entorno natural, debido a la magnitud y variedad de sustancias que se manejan en dichos procesos industriales. Sin embargo las plantas refinadoras y los complejos petroquímicos se convierten además en importantes polos de desarrollo industrial que transforman las actividades económicas regionales y ponen en marcha complejos procesos socioeconómicos que modifican la relación hombre-ambiente.

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-003 ECOL/93, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica, y los parámetros que se establecían en esta norma son los siguientes: pH, grasas y aceites, DBO, DQO, sulfuros, cromo hexavalente, cromo total, fenoles y sólidos suspendidos totales, además se podrían establecer límites máximos permisibles si se consideraba necesario en los siguientes parámetros: cloruros, color, conductividad eléctrica, hidrocarburos que no se incluyen en tóxicos orgánicos, metales pesados, materia flotante, nitrógeno amoniacal, sólidos disueltos totales, sulfatos, temperatura, tóxicos orgánicos y unidades de toxicidad aguda con *Daphnia magna*.(5)

El número de muestreos se determinaban de acuerdo con la jornada de trabajo de la industria y se tomaba en cuenta el turno de trabajo más crítico.

En este punto PEMEX llevó a cabo acciones de protección ambiental, durante el período de 1993 a 1994 y en lo que respecta a contaminación por vertimiento a aguas residuales, llevó a cabo trabajos de construcción, rehabilitación

y construcción en la mayoría de las instalaciones petroleras, se construyeron 94 sistemas de tratamiento de efluentes. (39).

También se desarrollaron nuevos proyectos de reinyección de agua congénita del crudo, evitando su vertimiento a cuerpos de agua.

Destaca por su importancia dentro de las acciones de control de contaminación realizado por PEMEX, el aprovechamiento de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Salamanca, en el estado de Guanajuato, en la refinería localizada en ese lugar, participando en gran medida a la solución de disponibilidad de este vital recurso en la región. Tomándose en cuenta que en esta refinería son procesados diversos derivados del petróleo, tales como crudo pesado, ligero, superligero reconstituído, líquido de absorción, gas seco, gas licuado, gasolinas, queroseno, diesel, gasóleo, combustóleo, asfaltos, grasas, lubricantes y otros más. (39)

Finalmente, cabe mencionar que durante los estudios que PEMEX realiza en sus plantas refinadoras se realizan estudios de caracterización y pruebas de tratabilidad de aguas residuales en instalaciones petroquímicas fuera de los límites máximos permisibles de la Norma antes mencionada, por ello la importancia que se ha puesto en el control de las posibles fugas y derrames en las instalaciones para evitar las infiltraciones que puedan contaminar a los mantos acuíferos cercanos a dichas refinerías (39).

Es importante hacer notar que en este grupo industrial se contemplan también a los derivados del petróleo y para ello se integra a la NOM-CCA-003-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua provenientes de la industria de productos plásticos y polímeros sintéticos.

Además de los parámetros que se consideraban de rutina en esta norma se incluían en las condiciones particulares de descarga a los siguientes

parámetros:

Temperatura;
Poliámidas;
Fenoles;
Fosfatos;
Silicones;
Derivados celulósicos;
Solidos disueltos;
Metales pesados;
Compuestos fenólicos;
Compuestos nitrogenados; y
Resinas acrílicas.

LA INDUSTRIA ELECTRICA

La electricidad constituye el insumo energético más accesible y de mayor aplicación para el funcionamiento del aparato productivo del país, por lo cual el sector eléctrico estableció como objetivos, dentro del marco del Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994; generar la energía necesaria para satisfacer el incremento de la demanda durante 1993-1994; elevar la eficiencia en la generación, transformación y comercialización; impulsar los programas de ahorro y de uso eficiente de la energía, así como la protección y conservación del medio ambiente.

Se conoce que tanto la generación de fluido eléctrico como la construcción de los elementos productivos de la industria eléctrica pueden llegar a afectar a los diversos componentes bióticos y abióticos de las zonas en donde se instalen. No nos debe de sorprender que la producción de electricidad afecte al ambiente, ya que no hay actividad humana que no lo haga (en mayor o menor grado); todas y en especial las asociadas a la producción, procesamiento o uso de

grandes cantidades de materia o energía, tienen un impacto importante en el ambiente. (Ver Tabla VI).(39)

TABLA VI

Impactos Ambientales de Diferentes Centrales de Generación Eléctrica

Central/tipo de energía primaria	Principales Impactos
Combustible	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del cielo y agua, perturbación de ecosistemas por derrames durante el transporte. - Contaminación atmosférica por emisión de óxidos de azufre, nitrógeno y partículas - Calentamiento del agua empleada para enfriamiento.
Carbón	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación atmosférica por emisiones de óxidos de azufre, nitrógeno y partículas. - Ocupación de terreno para disposición de cenizas. - Calentamiento del agua empleada para enfriamiento.
Gas	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación atmosférica por emisiones de nitrógeno. - Calentamiento del agua empleada para enfriamiento.
Hidroenergía	<ul style="list-style-type: none"> - Inundación de terreno por el embalse. - Afectación de ecosistemas. - Desplazamiento de población. <p>Cambios en el régimen hidráulico y la carga de sedimento en los ríos.</p>
Nuclear	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones radioactivas de bajo nivel durante la operación. - Riesgo de accidentes de muy baja probabilidad pero muy alto impacto. - Calentamiento del agua empleada para enfriamiento.
Geotermia	<ul style="list-style-type: none"> - Perturbación de ecosistemas durante la construcción. - Perturbación acústica del entorno durante la operación. - Riesgo de contaminación de suelo y agua por salmuera. - Emisiones moderadas de bióxido de carbono y ácido sulfhídrico.
Solar y eólica	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupación de terrenos. - Alteración de ecosistemas durante la construcción.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 1994.(39)

A fin de lograr un desarrollo económico y social en armonía con los recursos naturales que México posee, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha puesto en práctica programas de protección ambiental en sus obras y en la operación de las mismas, con lo cual se da cumplimiento a los objetivos de sus programas sectoriales de modernización que han establecido.

Asimismo, con el propósito de disminuir y controlar las emisiones de

sus aguas residuales, se construyeron y/o rehabilitaron fosas separadoras de aceite, laguna de evaporación, pozos de absorción, fosa de neutralización y plantas tratadoras de aguas negras, así como métodos de reinyección.

La Norma Oficial Mexicana que se relacionaba con la Industria Eléctrica se encontraba la NOM-CCA-001, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales. (3)

Es importante señalar que la Norma Oficial Mexicana define a una central termoeléctrica como: " una estación de proceso en el cual el agua es transformada en vapor para mover un turbogenerador productor de energía, mediante el uso de combustibles fósiles, tales como carbón, diesel, gas o combustóleo".

Lo anterior con el propósito de hacer notar que durante la generación del vapor se utilizan combustibles que tarde o temprano se mezclan con el agua que se utiliza y es difícil poder separarla en el momento, por lo que ante ello la Comisión Federal de Electricidad es la encargada de vigilar que sus aguas residuales no sean arrojadas a las cuerpos receptores de las mismas con un alto índice de contaminantes.

Los parámetros señalados como máximos permisibles incluyen además algunos elementos tales como cobre, hierro, fósforo total, zinc y bifenilos policlorados.

Como se habrá notado, el problema de la contaminación a las aguas residuales incide principalmente en que antes de ser descargada a los cuerpos receptores se debe de dar un tratamiento adecuado, existen ya muchas industrias con su propia planta de tratamiento de aguas residuales, por ello se ha retomado el listado publicado por la SEDUE durante el primer Seminario Internacional sobre Control de Contaminación del Agua, en México 1988, a fin de que se detecte que grupo industrial es el que más contamina el agua. (ver TABLA VII) (1).

TABLA VII
Grupos Industriales con Mayor Incidencia en la Contaminación del Agua en México

Concepto	Millones m ³ al año de agua contaminada
Extracción y beneficio de minerales metálicos	143
Fabricación de alimentos	25 835
Elaboración de bebidas	878
Industria textil	1 753
Fabricación de prendas de vestir y otros artículos confeccionados con textiles y otros materiales, excepto calzado	30
Fabricación de calzado e industria del cuero	390
Industria y productos de madera y corcho excepto muebles	281
Industria del papel	545
Industria química	1 838
Refinación de petróleo y derivados del carbón mineral	64
Refinación de productos de hule y de plástico	195
Fabricación de productos de minerales no metálicos excepto del petróleo y del carbón	4 644
Industria metálica básica	324
Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo	1 610
Fabricación y ensamble de maquinaria, aparatos, accesorios y artículos eléctricos y sus partes	194
Construcción, reconstrucción y ensamble de equipo de transporte y sus partes	885
Otras industrias manufactureras	91
Total	38 700

FUENTE: SEDUE durante el primer Seminario Internacional sobre Control de Contaminación del Agua, en México 1988 (1).

Podrían describirse los diferentes grupos industriales faltantes en este capítulo pero el objetivo principal de este trabajo como se menciona al inicio del mismo es el de mostrar las principales diferencias entre las Normas Oficiales Mexicanas NOM-CCA-00X -1993 y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 vigentes, referidas a los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, mostrando los pros y contras de las mismas en la protección al medio ambiente.

Por ello, el mencionar a los grupos industriales listados no quiere decir que sean los más importantes como grupos contaminantes de las aguas residuales, sino que se pretende hacer notar la importancia que tiene el mantener sus niveles de contaminantes hacia las descargas de aguas residuales y de que la misma industria tengan conciencia de lo problemático que es el no saber que

contienen sus aguas que se descargarán a los cuerpos receptores, y hacer notar en el hecho de que no es suficiente el querer estar por debajo de los límites máximos permisibles de algún contaminante, con el propósito de poder, cumplir con la norma y estar exento de toda multa, esto quiere decir que todos los industriales deberán de ponerse a trabajar y procurar tener presupuesto a fin de poder llevar a cabo modificaciones o cambios a sus procesos para así disminuir la cantidad de contaminante liberado ya sea al agua o al mismo aire.

Por todo lo anterior, es importante considerar que los grupos industriales estarán dentro de los contaminantes potencialmente activos sin hacer diferencia de la magnitud de las industrias.

Es necesario tomar en cuenta que para cada giro de industrial existían parámetros diferentes y que en muchas ocasiones son o eran los mismos pero con valores diferentes, ya que podría ocurrir que, como por ejemplo, una industria de alimentos pueda tener un valor promedio más elevados de DBO que el valor de la industria productora de fertilizantes, obviamente esto es debido al tipo de proceso y producto obtenido durante la elaboración del mismo. Además, existen muchas variaciones en los contaminantes que se llegan a evaluarse y esto por lo tanto nos indica que los valores máximos varían para cada industria.

Por ello, es importante hacer notar que en el próximo capítulo se describirá brevemente la nueva Norma-001-ECOL-1996, la cual da certidumbre para el control de la calidad del agua, es equitativa para cuerpos receptores, ya que se maneja por tipo y uso, genera plazos para su cumplimiento en relación al tamaño del usuario y promueve oportunidad de negocios por el mercado de descargas o tratamientos conjuntos

Adicionalmente, se trata de mostrar un panorama general de lo ocurrido durante la vigencia de las Normas Oficiales del 1994, así como de hacer notar que las mismas industrias están trabajando y han trabajado a fin de poder cumplir con lo establecido por las normatividades anteriormente citadas y por lo

tanto abatir o controlar las emisiones hacia las diferentes descargas, ya sea hacia la atmósfera o hacia los cuerpos receptores de las mismas aguas residuales.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-96

Como se ha estado mencionado, en nuestro país existen una gran preocupación por la descarga de contaminantes hacia las aguas residuales en aguas y bienes nacionales, por lo que tomando en cuenta el antecedentes de las Normas Oficiales de 1994, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) publicó el 6 de enero de 1997 la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales, con el objetivo de proteger su calidad y posibilitar el uso de la misma, debido a que es una norma y se considera de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Es importante hacer notar que esta Norma no es aplicable a las descargas de las aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.(36)

La tabla VIII establece las frecuencias de muestreo para las industrias que lleve a cabo los programas de monitoreo y a las que se les impongan requerimientos Oficiales en donde se determine qué tipo de muestreos y cuándo deben de llevarlo a cabo.

T A B L A VIII

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

N.E.: no especificado

Asimismo, en la tabla IX se establecen los límites máximos

permisibles para los siguientes contaminantes básicos con unidades de mg/L:

- Temperatura (°C)
- Grasas y Aceites
- Materia Flotante
- Sólidos Sedimentables
- Sólidos Suspendidos Totales
- Demanda Bioquímica de Oxígeno₅
- Nitrógeno total
- Fósforo total

T A B L A IX

Limites máximos permisibles para contaminantes básicos.

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Ríos						Embalses naturales y artificiales						Aguas costeras						Suelo	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	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 °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)	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te
Sólidos Sedimentables (mg/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos 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	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.	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.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la INMX-AA-006

P.D. : PROMEDIO DIARIO, P.M. : PROMEDIO MENSUAL

N.A. : no es aplicable

(A), (B), (C): Tipo de cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos

Seguidamente, en la tabla X se describen los límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros (en mg/L), en donde se incluye a los siguientes metales:

- Arsénico.
- Cadmio
- Cianuro
- Cobre
- Cromo
- Mercurio
- Niquel
- Plomo
- Zinc

TABLA X

Límites máximos permisibles para metales pesados y cloruros

Parámetros (*)	Ríos						Embalses naturales y artificiales						Aguas costeras						Suelo					
	Uso en riego agrícola (a)		Uso público urbano (b)		Protección de vida acuática (c)		Uso en riego agrícola (b)		Uso público urbano (c)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (a)		Recreación (b)		Estuarios (b)		Uso en riego agrícola (a)			Humedales naturales (b)				
	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.	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	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	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
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	0.01	0.02	0.005	0.01	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	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	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	10	20	10	20

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

418

Es importante señalar que esta norma puede ser aplicable para aquellas descargas que se les hubieran establecido condiciones particulares de descarga antes de la entrada en vigor de la Norma 001-Ecol-1996, siempre y cuando se lleve a cabo un aviso a la Comisión Nacional de Agua (autoridad encargada de llevar a cabo estos trámites).

En relación las tablas IX y X mencionadas anteriormente, se sabe que los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deberán cumplir con lo señalado en esta NOM-001, pero tomando en cuenta lo establecido en la tabla XI que establece los periodos de cumplimiento de los límites máximos permisibles para los contaminantes DBO₅ y Solidos Suspendidos Totales para las descargas Municipales, cabe señalar que el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme los rangos de población señalados en la tabla XI .(36)

En la tabla XII se señalan las fechas de cumplimiento de las Descargas No Municipales conforme a los rangos de población.(36).

T A B L A X I

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACIÓN
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	de 2,501 a 20,000 habitantes

T A B L A X I I

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 de enero de 2000	mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 de enero de 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

Se puede establecer entonces que es una obligación que los responsables de las descargas de aguas residuales Municipales y No Municipales cumplan con lo establecido en las Tablas XI y XII, por lo que deberán realizar una aportación económica grande o llevar a cabo la implantación de plantas de tratamiento de las aguas residuales que se van a vertir a las aguas y bienes nacionales o que se modifiquen los proceso de producción.

Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas XI y XII, pueden adelantarse dependiendo del avance de los grupos que pretenda cumplir a corto tiempo, con lo establecido anteriormente, siempre y cuando la Comisión Nacional del Agua valide y evalúe las modificaciones realizadas para poder cumplir.

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 las Tablas IX y X de esta Norma Oficial Mexicana,

multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el Diario Oficial de la Federación. (36)

Lo anterior con el propósito de llevar a cabo una presión sobre los responsables de las descargas de aguas residuales a fin de que éstos puedan presentar entonces posibles programas de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en las fechas establecidas en las tablas XIII y XIV.

Por lo tanto es necesario que se lleven a cabo los posibles programas de prevención a fin de evitar el pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

T A B L A X I I I

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACIÓN	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
<i>mayor de 50,000 habitantes</i>	<i>30 de junio de 1997</i>
<i>de 20,001 a 50,000 habitantes</i>	<i>31 de diciembre de 1998</i>
<i>de 2,501 a 20,000 habitantes</i>	<i>31 de diciembre de 1999</i>

T A B L A X I V

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅ Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 3.0	30 de junio de 1997
de 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla XV para descargas de tipo municipal y en la Tabla XVI para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un período de tres años posteriores a su realización. (36)

T A B L A X V

RANGO DE POBLACIÓN	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
de 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

T A B L A X V I

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario. En caso de falsedad el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos anteriormente, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

Por lo tanto la NOM-001-ECOL-1996 pretende establecer parámetros que sean cumplidos por la industria con el fin de disminuir la concentración de contaminantes en las aguas residuales liberadas hacia las aguas y bienes nacionales. Asimismo, es importante hacer notar lo importante de cumplir con los señalamientos de la presente norma, a pesar que implique un gasto económico mayor, ya que, como por ejemplo, para ello se deben de llevar a cabo

modificaciones o sustituciones en los procesos industriales, ayudando con ello a la disminución de contaminantes liberados en las aguas residuales.

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE NORMATIVIDADES DE 1993 Y LA NORMA 001-ECOL-1996

Durante el desarrollo del presente capítulo, se llevará a cabo un análisis comparativo tomando en cuenta los límites máximos permisibles establecidos tanto por la Normatividad anterior y la actual, con el propósito de establecer un criterio adecuado para tomar una decisión de cuándo se deben de llevar a cabo un estudio en las condiciones de trabajo reales de una industria, ya que es conocido por los expertos en la materia que durante las operaciones de procesos industriales pueden existir varios imprevistos que pueden provocar alteraciones notorias en los resultados obtenidos durante el estudio de las aguas residuales, por lo que dicho estudio debe de ser tomado durante las jornadas de trabajo normales.

Para un mejor entendimiento de este capítulo, se elaboraron cuadros comparativos entre algunas normas oficiales de 1993 y la NOM-001-ECOL-1996 que describen a los contaminantes básicos presentes en una descarga de agua residual y los parámetro básicos de contaminantes y de metales pesados y cianuros. Todo esto, con el propósito de poder mostrar algunas discrepancias entre los valores que se determinaban con las normatividades anteriores y la actual.

Cabe señalar que, en las normatividades anteriores y en NOM-001-ECOL-1996 se describen de la misma manera las frecuencias de muestreos que se deben de llevar a cabo a fin de monitorear a la industria, con el propósito de

verificar la descarga de las aguas residuales durante las jornadas de trabajo de 24 horas, en las cuales existen procesos que llevan acabo la liberación de diversos contaminante en sus aguas residuales descargadas. .

En la Tabla IX de la NOM-001-ECOL-96 se establecen los límites máximos permisibles para contaminantes básicos, dichos contaminantes han sido listados en la tabla sin tomar en cuenta que en la mayoría de la industria pueden ser liberados diversos contaminantes, y por ello considero que estos parámetros mostrados en la Tabla IX no deberían de ser estrictamente establecidos por las autoridades, ya que no se toman en cuenta parámetros que pueden ser específicos para cada industria, como lo son por ejemplo el pH, conductividad eléctrica, algunos metales no establecidos por esta nueva normatividad, etc.

Debemos tomar en cuenta que la determinación de pH, es un parámetro importante debido a que se ha demostrado que hay una gran influencia del pH sobre la solubilidad de los metales cuando las aguas residuales son vertidas como producto al suelo, provocando con ello que la movilidad y concentración de los metales pesados se alteren más de lo que cabría suponer. Ahora bien, si el pH desciende tras la nitrificación que se pude sucitar cuando hay liberación de lodos residuales, aparece en solución del suelo una concentración de Mn muy superior a la que tendría que haber simplemente a causa del Mn vertido con el lodo residual (41).

Desde el punto de vista del crecimiento bacteriano, se sabe que la gran mayoría de las bacterias tienen un mejor desarrollo a pH neutros, ya que las enzimas de las mismas se llegan a desnaturalizar provocando con ello que la

bacteria no pueda llegar a realizar sus funciones metabólicas normales. Es conocido por los bacteriólogos que también hay bacterias que se desarrollan a pH ligeramente ácidos, como por ejemplo las bacterias que generan ácido sulfúrico mediante la oxidación de sulfuros o ácidos orgánicos en los procesos de fermentación (42).

Así como lo citado anteriormente, existen algunos parámetros de contaminantes que no se han contemplado en la nueva Norma Oficial y que anteriormente se consideraba importantes para la evaluación de una muestra de aguas residual dependiendo del tipo de industria.

Lo que puede mencionarse al respecto es que ahora se han elaborado los límites máximos permisibles de los diversos contaminantes existentes en las aguas residuales industriales tomando en cuenta que la normatividad actual es un instrumento regulatorio que establece el esfuerzo que todo responsable de descarga de agua residual debe llevar a cabo para mantener condiciones mínimas de calidad del cuerpo receptor.

Adicionalmente en la tabla X de la NOM-001-ECOL-96, del presente trabajo, se mencionan a los límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros, en donde dichos límites también son evaluados cuando se encuentran los cuerpos receptores tales como ríos, embalses naturales y artificiales, aguas costeras, suelos y humedales naturales. Mientras que en la normatividad anterior se determinaban los límites máximos permisibles de otros metales dependiendo el giro industrial.

Un ejemplo claro de esto es la determinación de metales tales como Aluminio, Bario, Manganeso y Plata, que no se contemplan en los contaminantes de la nueva norma y que en la NOM-CCA-017-ECOL/1993 si era considerados, pero como se mencionó anteriormente, cabe la posibilidad de llevar a cabo las determinaciones de dichos elementos mediante las técnicas citadas en la NOM-CCA-017, siempre y cuando la autoridad lo considere conveniente. El caso es que se debe de instruir o dar a conocer estas alternativas de estudio siempre y cuando se cumpla con los límites máximos establecido por la Norma vigente.

Existen también en las aguas residuales compuestos químicos nocivos para el medio ambiente y que no están contemplados en la nueva NOM-001-ECOL-1996, pero que es importante tomarlo en cuenta para llevar a cabo estudios y análisis más profundos y para ello se pueden utilizar las técnicas de estudio anteriores, claro que siempre y cuando se sospeche de la presencia de ellos, entre éstos compuestos tenemos a los Bifenilos Policlorados (PBC's), que desde su aparición en los años 60's, provocó serios problemas ambientales ya que en estudios realizados en esas localidades cercanas al río Hudson se han encontrado trazas de PBC's en los tejidos de la fauna del río, aves y la vegetación misma del lugar, por lo que se decidió dejar de utilizar dicho compuesto tóxico desde 1976, esto fue posible debido a que en las cercanías del Río Hudson se encontraban ubicadas dos plantas en donde se elaboraban capacitores y vertían sus aguas al río, y al llevar acabo los análisis de las aguas se encontraron niveles altos de PCB's en sus sedimentos en el orden de magnitud de 1 a 2 veces mucho mayores que las establecidas comúnmente.

Otro de los elementos que se han omitido en la lista de contaminantes en la nueva norma es también el hierro (Fe), detergentes espumas, compuestos biorefractarios que son compuestos orgánicos que más comúnmente se encuentran en aguas potables, particularmente cuando se encuentran en fuentes de agua para beber. Estos compuestos son no biodegradables, de bajo peso molecular y de baja volatilidad, generalmente dichos compuestos son hidrocarburos aromáticos o clorados, en algunas ocasiones combinación de los mismos. Ejemplos de éstos compuestos son la acetona, benceno, bromobenceno, bromoclorobenceno, butil benceno, cloroformo etc. Muchos de éstos compuestos generalmente se encuentran en las aguas para beber y se conoce que causan problemas gusto y olor en agua. Estos compuestos biorefractarios son difícilmente removidos mediante el tratamiento biológico y por lo que se debe de tratar mediante medios químicos y físicos incluyendo la agitación por aireación, extracción de disolventes, ozonización y absorción con carbón(42).

A manera de ejemplo comparativo, en las tablas XVII y XVIII, se exhiben los parámetros de algunos contaminates señalados en las normatividades anteriores y en la actual, con el propósito de reafirmar lo anteriormente señalado, ya que en dichas tablas se notarán algunas diferencias en cuanto a las concentraciones de los contaminantes tales como sólidos suspendidos; grasas y aceites; DBO; DQO, temperatura; materia flotante sólidos sedimentables; nitrógeno total y fósforo.

Es importante resaltar que, por ejemplo la presencia de altas concentraciones de Plata puede causar una decoloración azul-gris en la piel,

mucosas y ojos; la presencia de Molibdeno puede ser tóxico para animales, así como se podrá notar las concentraciones de contaminantes por mínimas que sean pueden sobrepasar los límites máximos establecido y durante períodos largos de exposición pueden llegar a causar lesiones o infecciones al ser humano, animales o plantas (42).

Por otro lado, actualmente son tomados en cuenta los períodos de cumplimiento de los límites máximos permisibles para los contaminantes DBO₅ y Sólidos Suspendedos para las descargas Municipales, dichos límites deberán cumplirse periódicamente a partir del 1 de enero de 2000, 2005 y 2010, tomando en cuenta la población existentes en los poblados o ciudades le corresponderá la fecha de cumplimiento, esto esta contenido en la TABLA XI, de donde se desprende que los periodos comprendidos entre el día de la publicación de la NOM-001-ECOL-1996 hasta las fechas ya mencionadas, pueden presentarse casos en donde una o varias industrias no se encuentren cumpliendo con los parámetros establecido en la norma vigente, la pregunta obligada sería ¿quién va a dedicarse al cuidado, control y cumplimiento de la presente NOM?, aunque en la misma NOM-001-ECOL-1996 se establece que existirá una autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la presente norma, por lo que se puede considerar que por lo mientras se mantengan vigente la normatividad anterior a fin de no descuidar la vigilancia y control de contaminantes hacia las aguas residuales.

De acuerdo con lo anterior la NOM-001-ECOL-1996 diferencia límites según tipo y uso del cuerpo receptor, procurando remover los contaminantes que mayor daño causan a cada cuerpo receptor en función de las características

genéricas del mismo y pueden inhibir el uso de la aguas descargadas para fines productivos o sociales.

Además ésta norma busca internalizar los costos ambientales generados por cada responsable que descarga a un cuerpo receptor, e introduce un costo diferencial ligado al medio al que se descarga y las características de la misma, asimismo, es de aplicación gradual, buscando cumplir metas de control de calidad del agua.

Podrá notarse también, que para las descargas No Municipales tendrán como fecha límite para cumplir con los límites establecidos los señalados en la TABLA XII, se debe saber que para cumplir con lo establecido en las TABLAS XI y XII, debe de ser gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga de contaminantes, expresada como demanda bioquímica de oxígeno, (DBO₅) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestada en la solicitud de permiso de descarga, que se debe de presentar ante la Comisión Nacional del Agua, y las fechas de cumplimiento deberán entrar en vigor a partir del 1 de enero de 2000, 2005 y 2010 dependiendo por tanto de la cantidad de población existente en dichas zonas.

Tomando en cuenta lo citado anteriormente, en la descargas Municipales y No Municipales, se establece que las fechas límites para presentar los programas de acción, depende de la población existente en los municipios.

Asimismo, se han establecido también para las descargas Municipales y No Municipales, las frecuencias de muestreo, análisis y reporte con el propósito de vigilar de manera estricta el cumplimiento de la norma vigente.

Se podrá establecer que la normatividad actual tiene que ser estrictamente cumplida, pero se deben de seguir utilizando algunas normas anteriores cuando sea necesario, ya que con ello se puede tener un control más estricto en la liberación de contaminantes en las descargas Municipales y No Municipales, y con ello se puede establecer además programas de mejoramiento al Medio Ambiente en conjunto con otros programas de protección Ambiental que debe de determinar la autoridad responsable de todas éstas áreas.

Adicionalmente, quisiera señalar que antes de la culminación del presente trabajo la NOM-002-ECOL-1996 había sido ya publicada como Norma Oficial Mexicana y la NOM-003-ECOL-1996 aún estaba como anteproyecto de Norma.

La NOM-002-ECOL-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, y se basa principalmente en lo siguiente:

- Evitar, reducir o eliminar contaminantes en descargas industriales, de servicios y comercios al sistema de alcantarillado urbano, atendiendo a lograr el cumplimiento de la calidad requerida por el municipio;
- Proteger la infraestructura de alcantarillado, evitar el paso de sustancias potencialmente tóxicas y con riesgo de explosión y evitar reducir la efectividad del sistema de tratamiento municipal;

- Promover a nivel del municipio la implantación de Programas de Pretratamiento, en poblaciones con aportes significantes de descargas industriales, de servicios y comercios; y además

- Es de aplicación gradual, buscando cumplir metas de control de calidad del agua.

En lo que respecta a la NOM-003-ECOL-1996 (Anteproyecto de Norma), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, se basa en los siguientes principios:

- Promover el uso de aguas residuales debidamente tratadas para satisfacer requerimientos de agua, en servicios públicos urbanos que no requieran calidad de agua potable;

- Considera los siguientes reusos: riego de áreas verdes, camellones y panteones, llenado de lagos y canales, fuentes de ornato y usos similares; y

- Establecer las condiciones de calidad que deben cumplir los sistemas de tratamiento de agua residual en función del uso del agua residual tratada.

Para completar el marco normativo en materia de aguas residuales, la CNA tiene tres anteproyectos de norma, uno referido a la disposición de lodos residuales de plantas de tratamiento municipales y las otras dos que contemplan la descarga a acuíferos, por infiltración e inyección respectivamente.

Finalmente, es importante señalar que las personas que se deben de encargar de este trabajo deben de ser profesionistas que tengan conocimiento de

las áreas de Ingeniería Química, Física, Ingeniería Industrial, Biología o profesiones afines, debido a que serían las personas idóneas para desarrollar los diferentes proyectos de protección al ambiente. Es preciso auxiliarse de un buen equipo de trabajo así como del instrumental necesario para llevarlo a cabo.

3

CONCLUSIONES

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos se ha dado a la tarea de luchar contra todo aquello que pueda dañar a nuestro entorno ecológico, por lo que una de sus secretarías representada por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) ha establecido los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objetivo de proteger la calidad y posibilitar el uso de las mismas.

En la industria también se está trabajando con el mismo propósito y se sabe que la mayoría de las innovaciones que se están realizando están enfocadas al cuidado del medio ambiente, debido a que se pretende simplificar las etapas en los procesos industriales con el propósito de minimizar tiempos de producción y además de tener una mejor producción. Todo esto es debido a que se pretende controlar la liberación excesiva de contaminantes en las aguas residuales.

Es de todos conocido que el problema ecológico provocado por la descarga de contaminantes en las aguas residuales provenientes de los hogares, la industria y de la agricultura se han incrementado y teniendo como consecuencia un incremento considerable de estos contaminantes, se puede generar un desequilibrio ecológico, ya que altas concentraciones de los principales contaminantes tales como materia orgánica, compuestos químicos, grasas y aceites, etc., puede provocar que se presenten alteraciones en el metabolismo

de la flora y fauna establecidos en esas aguas residuales, impidiendo con ello que el tratamiento de esas aguas residuales sea muy complicado y por lo tanto el tratar de reciclar esas aguas también sería muy difícil.

Tomando en cuenta lo anteriormente señalado, quisiera señalar que pueden existir diversos problemas en relación con la nueva normatividad, por lo que me permitiré listar los que considera más importantes:

1. En la NOM-001-ECOL-1996 se ha reducido el número de contaminantes que deben de analizarse cuando se lleva a cabo un estudio de aguas residuales a las industrias, no importando el giro industrial de la empresa en estudio, esto es, que se generalizaron los contaminantes sin tomar en cuenta los parámetros específicos existentes anteriormente para cada industria en especial.
2. Las fechas señaladas en las TABLAS XI a XVI se deben de tomar en cuenta diversas situaciones, dentro de las cuales puede citarse que para poder llegar a cumplir con estas fechas, muchas de las empresas deberán invertir un fuerte gasto con el propósito de construir su propia planta de tratamiento o coincidir con una o más industrias para construir una planta de tratamiento de aguas residuales común, esto trae como consecuencia que muchas de estas industrias posiblemente no cuenten con un capital lo suficientemente sólido como para emprender una construcción de su propia planta de tratamiento de aguas residuales.

3. Existen muchas industrias con maquinaria muy vieja y para poder cumplir con lo establecido por la NOM-001-ECOL-1996, deberán de modificar sus procesos y por lo tanto comprar nuevo equipo de trabajo para llevar a cabo dicha modificación.

Debemos de entender que todos estos programas de protección al medio ambiente que se lleven cabo, tomarán en cuenta a la normatividad en materia de descargas de aguas residuales (NOM-001-ECOL-1996, NOM-002-ECOL-1996 y los proyectos y anteproyectos de norma que posteriormente sean publicadas como Normas Oficiales), obligando al cumplimiento estricto de las mismas.

Debido a que se cuenta actualmente con esos problemas, se pretende llevar a cabo un análisis general de la nueva norma, comparándola con algunas de las normas anteriores del año de 1993 que incluían los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales de los diversos grupos industriales. Llegando a la conclusión de que se deben de seguir tomando en cuenta dichas normas del año de 1993 en conjunción con la normatividad actual, ya que todo programa dirigido a protección ambiental debe de estar bien fundamentado tanto técnica como legalmente y si es para cuantificar niveles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y se necesita de la utilización de dichas normas, se deben de llevar a la práctica.

Es importante señalar que, en este trabajo se contemplaron únicamente 33 (treinta y tres) Normas Oficiales CCA-1993, ya que como sabemos se publicaron más normas (NOM-063-ECOL-1994 a NOM-074-ECOL-1994 y

otras), que también estaban relacionadas con las concentraciones de contaminantes en aguas residuales.

Otro punto importante que se puede tomar como discusión es el establecimiento de las fechas para cumplir con los niveles de contaminantes descargados a los cuerpos receptores, ya que el tiempo que transcurra desde la fecha de la publicación de la NOM-001-ECOL-1996 hasta la fecha límite, las poblaciones municipales y no municipales pueden encontrarse en la etapa de implantación de programas de control de la contaminación, pero mientras tanto quién se va a encargar de controlar o monitorear las descargas de esas industrias. Existirá una comisión encargada de este cuidado o simplemente se esperarán a la fecha establecida por la NOM-001, este y muchos otros puntos quedan en el aire ya que no existe algún documento que comprometa a la industria a no liberar concentraciones altas de contaminantes a las aguas residuales.

Por ello, es importante darse a la tarea de empezar a proponer programas o medidas que puedan controlar la destrucción que se puede llegar a tener sobre nuestro entorno ecológico (tierra, aire, agua, etc). Asimismo, los programas que se pudieran llevar a cabo con el propósito de controlar la liberación de contaminantes a las aguas residuales, deben estar dirigidos principalmente por los responsables de las áreas de protección ambiental de cada una de las plantas industriales, ya que ellos serán los responsables de llevar a la práctica estos lineamientos en sus propias industrias.

Finalmente, quisiera hacer notar una vez más que para que se lleve a cabo una organización de los programas de prevención, es primordial la participación de

personal profesionalmente capacitado y que tenga conocimiento real de los problemas ambientales existentes y de los posibles conflictos a los que se puede enfrentar, por lo que el tema que se ha desarrollado puede ser una base para llevar a cabo una serie de reuniones en donde se lleven a cabo debates que puedan ser benéficos para el control de la liberación de contaminantes por las diversas industrias existentes en nuestro país, asimismo espero que a la vez sea una herramienta más para la formación de un criterio más adecuado en cuanto a la utilización de la normatividad en materia de contaminación en las descargas de aguas residuales.

G L O S A R I O

• Aguas costeras

Son las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional; así como las aguas marinas interiores, las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.

• Aguas nacionales

Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

• 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.

• Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

• Bienes nacionales

Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

• Carga contaminante

Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

• Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

• Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

• Contaminantes patógenos y parasitarios

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

• Cuerpo receptor

Son 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.

- **Descarga**

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

- **Embalse artificial**

Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

- **Embalse natural**

Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

- **Estuario**

Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

- **Humedales naturales**

Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde

el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos originadas por la descarga natural de acuíferos.

- **Límite máximo permisible**

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

- **Metales pesados y cianuros**

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, zinc y cianuros.

- **Muestra compuesta**

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1. Para conformar la muestra compuesta el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

- **Muestra simple.-** 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.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

• **Parámetro**

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

• **Promedio diario (P.D.)**

Es 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. Las unidades de pH no deberán estar fuera del rango permisible, en ninguna de las muestras simples.

• **Promedio mensual (P.M.)**

Es 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).

- **Riego no restringido**

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.

- **Riego restringido**

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

- **Río**

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

- **Suelo**

Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

- **Tratamiento convencional**

Son los procesos de tratamiento mediante los cuales se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales.

- **Uso en riego agrícola**

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

- **Uso público urbano**

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), "Estadística del Medio Ambiente", México 1994.
- 2) COMISION NACIONAL DEL AGUA , Subdirección General de Administración del Agua. "INSTRUCTIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES" Marzo de 1994, México D.F.
- 3) Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.
- 4) Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.
- 5) Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica.
- 6) Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.
- 7) Norma Oficial Mexicana NOM-005-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.
- 8) Norma Oficial Mexicana NOM-006-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de harinas.
- 9) Norma Oficial Mexicana NOM-007-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta.
- 10) Norma Oficial Mexicana NOM-008-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción.
- 11) Norma Oficial Mexicana NOM-009-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas

- residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados.
- 12) **Norma Oficial Mexicana NOM-010-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de manufactura de vidrio plano y de fibra de vidrio.
 - 13) **Norma Oficial Mexicana NOM-011-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos de vidrio prensado y soplado.
 - 14) **Norma Oficial Mexicana NOM-012-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria hulera.
 - 15) **Norma Oficial Mexicana NOM-013-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del hierro y del acero.
 - 16) **Norma Oficial Mexicana NOM-014-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria textil.
 - 17) **Norma Oficial Mexicana NOM-015-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la celulosa y el papel.
 - 18) **Norma Oficial Mexicana NOM-016-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de bebidas gaseosas.
 - 19) **Norma Oficial Mexicana NOM-017-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de acabados metálicos.
 - 20) **Norma Oficial Mexicana NOM-018-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones.
 - 21) **Norma Oficial Mexicana NOM-019-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de impregnación de productos de aserradero.
 - 22) **Norma Oficial Mexicana NOM-020-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.

- 23) **Norma Oficial Mexicana NOM-021-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del curtido y acabado en pieles.
- 24) **Norma Oficial Mexicana NOM-022-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de matanza de animales y empaçado de cárnicos.
- 25) **Norma Oficial Mexicana NOM-023-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.
- 26) **Norma Oficial Mexicana NOM-024-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.
- 27) **Norma Oficial Mexicana NOM-025-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.
- 28) **Norma Oficial Mexicana NOM-026-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de restaurantes o de hoteles.
- 29) **Norma Oficial Mexicana NOM-027-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del beneficio del café.
- 30) **Norma Oficial Mexicana NOM-028-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado.
- 31) **Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de hospitales.
- 32) **Norma Oficial Mexicana NOM-030-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de jabones y detergentes.
- 33) **Norma Oficial Mexicana NOM-031-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria, actividades

agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano y municipal.

- 34) **Norma Oficial Mexicana NOM-032-ECOL-1993**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.
- 35) **Norma Oficial Mexicana NOM-033-ECOL-1993**, que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de las aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas.
- 36) **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.
- 37) **Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.
- 38) **Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1996**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales tratadas que se reusen en servicios públicos.
- 39) **Secretaría de Desarrollo Social (SEDUE)/Instituto Nacional de Ecología (INE)**, "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994".
- 40) **Secretaría de Desarrollo Social (SEDUE)** "Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas", Serie: Normatividad Ecológica No. 4
- 41) **Seoanez Calvo, Mariano. Ingeniería Medio Ambiental.** De Mundo Prensa. (Facultad de Química; TD 194:S46).
- 42) **Stanley E. Manahan, Fundamentals of Environmental Chemistry.** de Lewis Publishers (Facultad de Química; TD 193:M38).
- 43) **Gaceta Ecológica**, Vol. I, No. 2, Agosto 1989.
- 44) **Gaceta Ecológica**, Vol. III, No. 17, Septiembre 1991.