

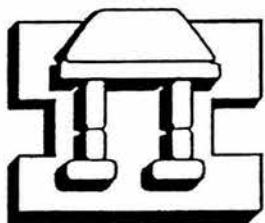


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN
AMBIENTAL”

T E S I S I N A
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
RAMIRO ANTONIO DOMÍNGUEZ TORRES



LOS REYES IZTACALA

MÉXICO, 2002

IZTACALA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



U.N.A.M. FES
IZTACALA



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

**EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN
AMBIENTAL**



FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES IZTACALA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

RAMIRO ANTONIO DOMINGUEZ TORRES

MEXICO, 2002.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS...	
PREFACIO	i
INTRODUCCION	v
1. LA BIOLOGÍA EN EL CONTEXTO CONTEMPORÁNEO	1
2. LA INTERDISCIPLINARIEDAD DE LA BIOLOGÍA	7
3. LAS CIENCIAS AMBIENTALES	9
4. EL BIÓLOGO Y LAS CIENCIAS AMBIENTALES	12
5. CONTAMINACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	15
6. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES EN MÉXICO	21
6.1 LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	24
6.1.1. EMISIONES DE CONTAMINANTES EN ZONAS PRIORITARIAS (INVENTARIO)	24
6.1.2. EMISIONES VEHICULARES ESTIMADAS PARA ZONAS PRIORITARIAS, 1994	26
6.1.3. EMISIONES EN LOS GRANDES CENTROS URBANOS (INVENTARIOS)	27
6.1.4. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS GRANDES ZONAS METROPOLITANAS	30
6.1.5. CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES Y EXCEDENCIAS A LAS NORMAS	32
6.2 LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO	38
6.2.1 LOS RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS	40
6.2.2 LOS RESIDUOS MUNICIPALES	51
6.3 LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	64
6.3.1 LOS RECURSOS HIDROLÓGICOS DE MÉXICO	64
6.3.2 DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES Y CONTAMINANTES	68
6.4 EL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	76
6.4.1 LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE MÉXICO	76
6.4.2 DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES	84
7. DIRECTRICES Y PROGRAMAS INSTITUCIONALES	91
8. ASPECTOS NORMATIVOS	100
9. ASPECTOS TECNOLÓGICOS	119
10. ASPECTOS ECONÓMICOS	126
11. CONCLUSIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	135

Agradecimientos:

En Memoria de mis Padres, Ramiro Domínguez de León y Rosario Torres Aguilar. QPD.

A mis hermanos Armando, Absalón, Evánder, José Angel y Homero.

A mi amada esposa Blanca Estela y a mis queridos hijos Miguel Angel y Dalia.

A mis queridos Amigos y Colegas.

A mi entrañable Escuela, ahora Facultad, porque grande es su espíritu y noble su empeño.

A mi amigo Rogelio González quien ha sido un tenaz promotor de las tareas ambientales.

Porque sin las huellas que trazaron quienes me precedieron y su admirable ejemplo, quizás no se habría escrito una sola línea...

"ya que largo ha sido el camino y lento el paso pero muy alta la recompensa"

PREFACIO

En la actualidad, los problemas que enfrenta la sociedad para satisfacer sus necesidades básicas son muy diversos. Por una parte, enfrenta la imperiosa urgencia de espacio para el desarrollo de sus actividades económicas tanto en el medio rural como en el medio urbano. Este lo constituye, en las áreas rurales, la superficie dedicada a la agricultura y la ganadería, principalmente, ya que como se sabe, las actividades silvícolas son prácticamente inexistentes en nuestro país.

En el medio urbano, los requerimientos son mucho más diversos en virtud de que, al ser lugares donde se concentra la mayor demanda de bienes de consumo y servicios, como consecuencia del patrón de distribución territorial de la población, la expresión multidimensional del individuo se traduce en la necesidad de espacios para la vivienda, el transporte, los servicios urbanos, la educación, cultura y esparcimiento, sostenidos todos a través de una estructura productiva constituida principalmente por las actividades industriales, el comercio y los servicios.

Los dos grandes espacios, el urbano y el rural, expresan en común el impacto de estas presiones sobre la diversidad biológica y la calidad ambiental en



Actividades en el medio rural



El panorama urbano-industrial

general, al ser estos a la vez que soporte de la actividad vital, también fuente de recursos y hábitat natural del hombre.



Actividades madereras

Las crecientes presiones sobre los sistemas naturales y el deterioro progresivo de los sistemas gestionados, el urbano-industrial entre ellos, ha dado lugar a una compleja red de impactos ambientales que se han ubicado en el centro del interés de la sociedad en su conjunto. La contaminación atmosférica, la generación de residuos urbanos e industriales en estado sólido o líquido y su impacto sobre la calidad del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, la contaminación del agua y el agotamiento progresivo de fuentes de abastecimiento, el traslado masivo de recursos entre cuencas hidrológicas, la sobreexplotación de acuíferos, la deforestación y tala clandestina, el tráfico de especies de flora y fauna, etcétera, son un conjunto de alteraciones a los elementos naturales que ponen en riesgo la viabilidad de la sociedad y la sustentabilidad del desarrollo.

En este marco, distintas instituciones públicas y privadas, organizaciones no gubernamentales, grupos y asociaciones de profesionales diversos, abogados, arquitectos, ingenieros, biólogos, etcétera, han encontrado un espacio de expresión para plantear alternativas de diversa naturaleza y alcance con un propósito común, prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos generados por el modelo de desarrollo.



Emisiones atmosféricas
provenientes de fuentes fijas

El biólogo, es quizás uno de los profesionales actualmente más diversificado en las distintas disciplinas de la gestión ambiental. Así, se le encuentra en las áreas técnicas del manejo ambiental en la evaluación de impacto, en el análisis de riesgo ambiental, en la evaluación de procesos industriales como auditores, en las actividades de monitoreo de aire, agua, suelo, subsuelo, etcétera, en el desarrollo y evaluación de proyectos forestales, agrícolas, pecuarios, en el desarrollo y evaluación de programas de ordenamiento territorial de actividades productivas y de la población, y en general, como elemento activo en grupos interdisciplinarios de trabajo en las áreas de docencia e investigación, así como integrante de cuadros de gobierno desde posiciones técnicas de base, hasta niveles de decisión importantes dentro de la administración pública y privada.

Conforme a lo anterior, el presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

- Los primeros cuatro capítulos pretenden establecer la ubicación del biólogo en el contexto de la biología contemporánea, reconfirmar la naturaleza interdisciplinaria del quehacer del biólogo, enmarcar la participación del biólogo en las ciencias ambientales y definir su participación específica dentro de éstas.
- Los capítulos cinco y seis pretenden destacar de manera general los problemas más sustantivos identificados en materia de deterioro ambiental en el país.
- Finalmente, los restantes cuatro capítulos, siete a diez, se han incluido con el propósito de mencionar las principales directrices establecidas por el gobierno para orientar la conducta social en el desarrollo de la conciencia y el reconocimiento de la necesidad de prevenir, controlar y en su caso, revertir los

severos impactos al ambiente provocados por la manera en que la sociedad ha interactuado con la naturaleza.

La estructura anteriormente presentada tiene como finalidad cubrir los siguientes...

Objetivos:

- Contextualizar la formación del biólogo en el marco de la gestión ambiental.
- Destacar las posibilidades y limitaciones que la formación del biólogo enfrenta para integrarse a la gestión ambiental, en el marco de las instituciones públicas y privadas.
- Revisar los puntos de vista actuales sobre la situación de la biología en México, que a la luz de actividades emergentes en la ocupación profesional del biólogo, le demandan nuevas destrezas y capacidades profesionales.
- Presentar una breve descripción del estado actual de la situación ambiental en México, desarrollada en particular por el sector institucional.
- Proporcionar tópicos de análisis para los interesados en la gestión ambiental.
- Analizar la situación actual y los retos que enfrenta la gestión ambiental en México.

INTRODUCCIÓN

La biología, ubicada como una disciplina del conocimiento orientada a investigar y reconocer los fenómenos relacionados con la vida, incorpora en su filosofía y en su concepto, una componente muy importante que la hace afín en su objeto y en su método, a ciencias como la física y la química, es decir, su método y su filosofía la ubican como una disciplina eminentemente científica con un enfoque especialmente orientado a la investigación formal.

Sin embargo, el marco histórico-social en el que se desenvuelve la biología en nuestro país, ha urgido al profesional de esta disciplina a la búsqueda de espacios en los cuales enfrenta la imperiosa necesidad de desarrollar destrezas, habilidades y conocimientos que le permitan poner al servicio de la sociedad una oferta de alternativas técnicas y científicas aplicables a la solución de problemas prácticos, actuales y que demandan soluciones inmediatas.

Esta situación genera el dilema sobre las herramientas técnicas, metodológicas, tipo y nivel de conocimientos teóricos y bases conceptuales que debe poseer para incorporarse a grupos de trabajo con otros perfiles profesionales que, a diferencia del biólogo, se han desarrollado desde las bases académicas como profesionales técnico-científicos con una orientación más vinculada a la solución de problemas prácticos.

Es indiscutible que el perfil del biólogo dedicado a las áreas de la biología celular y molecular, el biólogo de la reproducción o el genetista, requiere y aplica un nivel de conocimientos tan especializados que lo posicionan como un profesional científico formal, sin embargo, tomando en consideración la estadística de requerimientos del

mercado laboral, es evidente que la gran mayoría de profesionales de la biología se han visto obligados a incursionar dentro de otras áreas para lo cual han tenido que desarrollar estrategias de autoaprendizaje para aplicar desde su perspectiva profesional, teórica y conceptual, un conjunto de técnicas y herramientas frecuentemente adoptadas en forma empírica.

Indudablemente, el perfil del profesional de la biología y el estado general de desarrollo de esta disciplina, son con mucho reflejo de su origen en nuestro país, su evolución histórica y el marco político, tecnológico y social en que se desenvuelve. En formato electrónico, el Dr. Ismael Ledesma Mateos⁽¹⁾, *Jefe del Módulo de Historia de la Biología y Fundamentos de la Educación Ambiental*, publica un artículo denominado "**LA CARRERA DE BIÓLOGO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MÉXICO**", el cual proporciona una retrospectiva sobre los orígenes de la Biología en nuestro país, destacando entre otros aspectos, lo reciente de la carrera de biología que fue instituida formalmente en la UNAM a partir de 1943.

De lo anterior, cabe reflexionar sobre las nuevas orientaciones que la rápida evolución de las herramientas técnicas y científicas y la transformación de la sociedad exigen al profesional de la biología, a fin de proporcionarle los elementos suficientes que le permitan ubicarse con una mejor presencia en el contexto dinámico de las demandas sociales.

LA BIOLOGÍA EN EL CONTEXTO CONTEMPORÁNEO

De acuerdo con su definición, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua, lo contemporáneo es lo que existe al mismo tiempo que otra persona o cosa. Sin embargo, en la secuencia del tiempo y del conocimiento, el proceso de continuidad nos conduce a fronteras convencionales para definir lo contemporáneo, sobre todo, teniendo en cuenta lo que para el caso de la biología como disciplina del conocimiento, resulta tan reciente en sus orígenes formales en nuestro país.

Así, es preciso reconocer que las notables asimetrías del desarrollo imponen grandes diferencias en la expresión de lo contemporáneo según la zona geográfica y el nivel de avance tecnológico, y el marco social y cultural en el que se evalúe.

De esta manera, si se toma como marco de referencia el nivel logrado por la biología en los países comúnmente denominados desarrollados, es indudable que el nivel de conocimientos adquiridos a través del proyecto del genoma humano, los avances técnico-científicos en biología de la reproducción con los logros alcanzados sobre clonación, la ingeniería genética y el control de plagas y enfermedades, la inmunología, etc., ponen a la biología, al igual que ciencias convergentes, en tópicos de frontera.

A manera de resumen, a continuación se presenta lo que Garland E. Allen⁽²⁾ en su publicación electrónica titulada "Life Sciences in the Twentieth Century", considera como las principales tendencias que han llamado la atención de los biólogos en el Siglo XX, y

que concentrados en grandes grupos, según este autor, incluyen la herencia, el desarrollo, la evolución, la fisiología, la ecología y el comportamiento animal. Igualmente considera que un tópico en el que se advierte un creciente interés de biólogos, historiadores y sociólogos de la ciencia, es el relacionado con la biología y los aspectos sociales y políticos.

Los importantes desarrollos en materia de biología molecular, ingeniería genética y sus implicaciones sociales y ambientales, han dado lugar al surgimiento de nuevas áreas conceptuales tales como el de la bioética, cuyos primeros autores en el empleo del término "fueron el cancerólogo norteamericano **V.R. Potter** en un libro publicado en 1971 y el obstetra de origen holandés **A. Hellegers** que creó ese mismo año un centro para el estudio de la reproducción humana y la bioética adscrito a la Universidad de Washington⁽³⁾.

Bajo la misma cita se indica que "la bioética ha nacido con la vocación de hacer de puente entre la cultura científica y la cultura humanística..."

Lo anterior pone de manifiesto cómo el avance en el conocimiento de la biología en el mundo, es contrastante si se ubica lo contemporáneo en los niveles de desarrollo alcanzados por la biología en nuestro país y en países similares, en los cuales se ha de reconocer que su evolución ha sido lenta, frecuentemente azarosa y con una trayectoria a menudo errática, solamente fortalecida por logros individuales determinados por circunstancias particulares que algunos profesionales han hecho propicias para impulsarla.

En materia ambiental, es indudable que el importante deterioro de los sistemas naturales y del hábitat humano, ha constituido una creciente preocupación, especialmente a partir de la década de los setenta, dando lugar a una importante demanda de profesionales especializados, como mínimo, en la interpretación de ciertos

elementos del ambiente, y que se han entrenado en la aplicación de técnicas y metodologías, y han explorado con profusión los principios teóricos para evaluar el estado del ambiente y los procesos que lo deterioran desde el punto de vista de la ingeniería, la ingeniería ambiental, siendo pionera en el desarrollo de este perfil profesional en nuestro país, la Universidad Autónoma Metropolitana, cuyo Plantel Azcapotzalco la imparte en el nivel de licenciatura. Una breve descripción del perfil puede encontrarse en <http://www.azc.uam.mx/cbi/ambiental/inicia.htm>.

Con mucho, el estudio de la ingeniería ambiental se ha centrado principalmente en uno de los espacios en los que se desarrolla la actividad humana, el hábitat urbano-industrial, y han puesto un menor énfasis en los procesos de deterioro de bosques, selvas y pérdida general de la biodiversidad, espacio que comparten junto con el biólogo otras disciplinas del saber, tales como la ingeniería forestal, la ingeniería fitosanitaria, etcétera.

En el caso particular del biólogo, hasta años muy recientes, se le había asociado con el perfil de dos tipos de biólogo formados en los espacios universitarios, el biólogo marino y el biólogo pesquero, dos casos particulares en la enseñanza de la biología. Ello es un claro indicador de cómo, ante la gran diversidad de espacios que constituyen el nicho conceptual de la biología, se requiere de convergencia entre el nivel de conocimientos alcanzados y las demandas específicas de profesionales especializados para ofrecer atención a prioridades sociales y a los agentes económicos que se expresan en la cotidianidad de las relaciones con una comunidad que demanda satisfactores específicos.

Hasta 1996, la enseñanza de la biología en México se regía, en gran medida, por el currículum vigente desde 1966 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, el cual reflejaba, entre otros aspectos; "la ausencia de un marco evolutivo para desarrollar una

concepción histórica e integrativa de la unidad y diversidad de los seres vivos que fungiera como hilo conductor de la carrera; omisión de los debates que caracterizan a la Biología actual sobre diversos aspectos de la Evolución, la clasificación, la Ecología, etc.; la definición implícita de que la diversidad biológica se limita a las plantas y a los animales, con una concepción sumamente anacrónica de cómo se dividen estos dos reinos; un desequilibrio que favorece, prioritariamente, los estudios morfológicos de plantas y de animales, sobre los aspectos celulares, moleculares y funcionales, de modo que los procesos que han conducido a la forma y a la función de los organismos permanecen poco claros; la ausencia de un marco histórico que permita comprender tanto el desarrollo de las disciplinas e ideas biológicas, como su inserción e impacto en diversos campos de interés nacional. Ello ha impedido que los estudiantes de Biología analicen la disciplina que estudian en forma global; la ausencia de conocimientos teórico-prácticos que permitan comprender el papel de la Biología moderna en actividades productivas, públicas y educativas y; la falta de visiones multi e interdisciplinarias, tanto entre áreas de la propia Biología como de otras disciplinas científicas y humanísticas".⁽⁴⁾

Por lo anterior, la Universidad Nacional Autónoma de México entró en un proceso de autoevaluación que dio como resultado la modificación del Plan de Estudios mencionado en el párrafo precedente, primero en 1979 con la aprobación del Plan Modular en Iztacala, después, en 1995, nuevamente en Iztacala y, finalmente, en la Facultad de Ciencias, estableciéndose un nuevo plan en 1996 que entró en vigor en 1997.

Pese a todo, es incuestionable que la extratemporalidad y universalidad geográfica que hacen del biólogo lo que es, radica en la orientación de su formación, la formación científica, en su percepción transmoral de los juicios y evidencias objetivas que determinan su quehacer, y en la universalidad del método en el que se basan sus

tareas de exploración de la naturaleza y aprehensión del conocimiento, el método científico.

Luego entonces, el dilema que se abre para discernir la situación actual de la biología, necesariamente precisa de acotarla en algún ámbito de su amplio nicho de aplicaciones.

Desde el punto de vista estrictamente científico, es indudable que las aplicaciones de la biología a la investigación en nuestro país son muy escasas, lo cual no necesariamente obedece a que se desconozca o minimice la importancia de la investigación, sino que no se han dispuesto los recursos materiales, técnicos, administrativos y financieros en los sistemas institucionales formales del sector público ni el privado para el desarrollo de esas tareas.

La siguiente cita ilustra para un caso específico de las oportunidades de desarrollo en el quehacer del biólogo, el estudio de la biodiversidad, lo que en el párrafo precedente se indica:

"Es paradójico que en un mundo que padece una aguda crisis ambiental no exista un número adecuado de instituciones ni de investigadores capaces de reunir un cuerpo mínimo de información sobre biodiversidad. En la mayoría de los países hay enormes lagunas de conocimiento sobre aspectos fundamentales de la flora y de la fauna. Esto resulta en que las estrategias para la conservación de la naturaleza se formulen de manera especulativa, o como consecuencia de coyunturas políticas, y no como producto de un conocimiento científico sólido. Peor aún, no se cuenta con suficientes jóvenes interesados en adquirir adiestramiento en las líneas básicas de investigación pertinentes a la diversidad biológica (p. ej., sistemática, ecología, genética). Existe pues la necesidad de contrarrestar ese fenómeno que se expresa en todo el mundo"⁽⁵⁾.

Lo anterior quizás no es privativo del trabajo del biólogo, lo que pone en mayor predicamento su contribución en el contexto de la comunidad profesional, ya que al no encontrar interlocutores, se han reducido los espacios de participación del biólogo a tres grandes áreas del quehacer social: la administración, la docencia y la técnica, cada una de ellas con su contribución específica y sus propios retos.

Bajo este referente, es importante reconocer que con gran frecuencia, el biólogo ha tenido que incursionar, con pocas herramientas, espacios laborales en los que, en los casos más afortunados, ha existido la posibilidad de incorporar su propia contribución a la de otros perfiles profesionales, en un amplio conjunto de actividades interdisciplinarias.

No obstante, dentro de tal ejercicio es nuevamente preciso, reflexionar sobre la participación que el biólogo del futuro debe tener en el contexto geográfico y en el momento histórico, político y social en que se desarrolla, a fin de contar con recursos humanos y el arsenal de conocimientos suficientes y eficaces para integrar concomitantemente, cuando menos para el futuro inmediato, geografía del desarrollo, mercados actuales y emergentes, nuevas tendencias filosóficas, nuevas técnicas y tecnologías innovadoras que permitan no solamente generar un acervo de herramientas conceptuales y teóricas en los nuevos biólogos, sino además, formarlos en el seno de las demandas sociales sobre las cuales basará sus expectativas de desarrollo personal.

LA INTERDISCIPLINARIEDAD DE LA BIOLOGÍA

Quizás hoy como en ninguna otra época en el desarrollo de la biología, esta disciplina se ha vuelto más interdependiente con otras áreas del conocimiento. Su conexión a través del estudio de la distribución espacio temporal de los sistemas biológicos actuales «biogeografía» y pretéritos «paleobiología», traslada el dominio de la biología hacia las fronteras de la geografía, geología y climatología, por mencionar sólo algunas.

Asimismo, su relación con el estudio de los fenómenos que gobiernan la estructura y función de los seres vivos, la vinculan con ciencias como la física y la química a través de la biofísica y la bioquímica, con las ciencias médicas a través de la anatomía, fisiología, embriología, biología de la reproducción y la biología celular y molecular. Con la genética se vincula a la ingeniería en la manipulación de las estructuras cromosómicas. Con las matemáticas, especialmente con la bioestadística, a través del diseño de experimentos (formulación y planteamiento de problemas), el análisis de datos y la presentación de resultados.

Sin llegar a la exhaustividad en las tradicionales relaciones de la biología con otras ciencias, es importante destacar que en la dinámica que determina el vertiginoso avance científico y tecnológico del siglo XX, la biología ha establecido nuevos nexos con otras disciplinas tales como con la informática y biocibernética, avances que necesariamente están vinculados a la emergencia de nuevos campos del conocimiento en materia de modelación de sistemas biológicos y biomecánica.

Con el marcado avance en materia de exploración espacial, se han desarrollado diversos experimentos biológicos y médicos que intentan, entre otros aspectos, conocer la influencia de la gravedad sobre el crecimiento, desarrollo y comportamiento de los seres vivos, áreas que hasta donde se sabe, aún no han recibido una denominación específica.

Quizás un proyecto que merece especial atención en cuanto al nivel de conocimientos logrado en distintas disciplinas, en las cuales la biología conserva un lugar destacado, es en la recreación de un ambiente propicio para la vida, proyecto que fue denominado «**Biosfera 1**» el cual tuvo una segunda etapa, en curso, denominada «**Biosfera 2**»⁽⁶⁾ y que fue desarrollado en los Estados Unidos de América, con el propósito de identificar el nivel de autonomía que podría alcanzar un biosistema totalmente gestionado por el hombre.

Con el fuerte impulso que las tareas ambientales han tenido en el mundo y en México, nuevos vínculos se establecen con algunas disciplinas tales como el urbanismo y las humanidades, principalmente en las áreas de ordenamiento territorial y de normatividad ambiental.

Dado que el conocimiento es universal y las fronteras que contextualizan cada área del saber son arbitrarias, es innegable que la rápida evolución de la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones inmediatas y mediatas a la solución de problemas prácticos ligados a la cotidianidad de las demandas sociales, abren un panorama de posibilidades muy amplias para el quehacer del biólogo y el avance de la biología concomitantemente con otras disciplinas técnicas y científicas.

LAS CIENCIAS AMBIENTALES

Denominar como ciencias ambientales a un espacio conceptual tan amplio es quizás, como se indica al final del capítulo precedente, arbitrario e insuficiente, ya que en estas concurren distintas disciplinas que hacen de este no solamente un espacio de concurrencia entre un sinnúmero de especialidades que lo hacen multidisciplinario, sino de vinculaciones entre diversas áreas del conocimiento que lo hacen interdisciplinario.

Desde su definición, el ambiente o entorno que nos rodea, necesariamente nos vincula conceptualmente al espacio físico y biológico en el que se expresan las diversas propiedades del sistema definido. En su sentido más amplio, en este se expresan propiedades territoriales, sustrato físico o material «litósfera» en el que se establecen los biosistemas; un entorno gaseoso «atmósfera» en el cual no solamente se expresan y sustentan formas de vida, sino que constituye un elemento de la mayor relevancia para la existencia de las plantas y los animales, especialmente para los que dependen del oxígeno atmosférico y del bióxido de carbono; una abundante capa líquida «hidrósfera» que también sustenta vida y condiciona propiedades físicas necesarias para ella; una capa viviente «biósfera» que es consustancial a la singularidad del sistema tierra «geósfera»; y una esfera en la que todos los grandes subsistemas interactúan mediados por la biósfera, la «ecósfera».

Estos subsistemas cuyas relaciones están integradas por flujos materiales y energéticos, constituyen el espacio conceptual al que se dedica una de las áreas de la biología, la ecología.

Así, la biología como ciencia que estudia los fenómenos relacionados con la vida, únicamente se circunscribe a aportar lo que en su dominio es consustancial a la vida y el entorno en que se expresa y del cual depende; las ciencias de la atmósfera contribuyen a las ciencias ambientales con el conocimiento de los más diversos fenómenos que tienen su origen o se expresan en esa parte de la geósfera, especialmente en todo lo relacionado con el clima de la tierra y las características físicas de ese medio; las ciencias del mar y la limnología incorporan a las ciencias ambientales el estudio de las características fisicobiológicas de sistemas hidrológicos complejos; las ciencias de la tierra, geoquímica, geofísica, geología y geografía, entre otras, aportan la caracterización del sustrato en el que se sustentan los diversos biomas terrestres.

Desde el punto de vista de lo que a partir de los 70's ha significado la creciente preocupación por la degradación de la naturaleza, que incluyen la contaminación y pérdida de la calidad del ambiente, la pérdida de la diversidad biológica, la degradación del suelo y el cambio climático, etc., puso en una nueva perspectiva la relación del hombre con la naturaleza y dio un nuevo impulso a las preocupaciones sobre la relación ambiente-sociedad. Quizás desde ese entonces, la ecología adquirió una gran popularidad y dio una nueva vigencia a los viejos conceptos malthusianos sobre los límites del crecimiento^(7,8) y que fueron retomados conceptualmente en la denominada Cumbre de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo⁽⁹⁾ al acuñarse el término "sustentabilidad y desarrollo".

Este continuo de inquietudes sobre el ambiente, ha constituido el núcleo para un creciente involucramiento de especialidades que incluyen ramas del derecho, de la física y química, de diversas áreas de la ingeniería, especialmente de la ingeniería química y más recientemente de la ingeniería ambiental, de la sociología, antropología y la economía, entre muchas otras.

Conforme a lo antes mencionado, las ciencias ambientales, como espacio multi e interdisciplinario, se han desarrollado, entre otros, en los siguientes campos:

- ♦ Monitoreo de emisiones atmosféricas contaminantes y calidad del aire.
- ♦ Contaminación del agua.
- ♦ Contaminación del suelo y subsuelo.
- ♦ Generación y manejo de residuos.
- ♦ Conservación de la diversidad biológica y Areas Naturales Protegidas.
- ♦ Gases de invernadero y cambio climático.
- ♦ Agotamiento de la capa de ozono.
- ♦ Legislación ambiental.
- ♦ Ordenamiento ecológico del territorio e impacto ambiental.
- ♦ Análisis de riesgo
- ♦ Auditoría ambiental y de seguridad.

Debido a sus diversas implicaciones, científicas, técnicas, sociales, culturales y legales, cada uno de los aspectos que se indican en el punteo anterior, requiere de la concurrencia de varias disciplinas, entre las cuales, la biología tiene su propia contribución específica.

EL BIÓLOGO Y LAS CIENCIAS AMBIENTALES

El importante desarrollo que los conceptos sobre administración ambiental ha caracterizado las últimas décadas del siglo XX han trascendido ampliamente la ancestral posición del biólogo sobre el conservacionismo a ultranza y ha puesto en una nueva dimensión la antagónica relación entre ecología y economía.

Hasta antes de la primera reunión mundial auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas en 1972, la sociedad y los Estados Nación no contaban con una clara posición sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales y privilegiaban el desarrollo económico a expensas de la naturaleza. A partir de esa primera reunión, a nivel mundial empezó a darse un importante impulso al ambientalismo desde el seno de las instituciones gubernamentales.

En el caso de México, hubieron de transcurrir 16 años desde esa reunión cumbre, para desarrollar una legislación coherente que diera en el marco del derecho, un lugar preminente a los aspectos ambientales del desarrollo, con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente (LGEEPA), 1988. Antes hubo otra serie de ordenamientos legales que, no obstante constituir el antecedente histórico del ambientalismo en México⁽¹⁰⁾, carecían de un esquema conceptual más amplio, así como de una estructura institucional que abriera las opciones de manejo a áreas como biodiversidad y recursos naturales, entre otras.

A partir de este marco legal constituido por la LGEEPA, se desarrollaron los reglamentos para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera; para la evaluación del impacto ambiental; para el manejo de residuos peligrosos; para prevenir

la contaminación generada por ruido; prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada y; hasta noviembre del año 2000, los reglamentos de auditoría ambiental y de áreas naturales protegidas.

Con fundamento en este marco regulatorio, se han desarrollado diversas normas oficiales mexicanas directamente emitidas por el sector ambiental, así como una serie de normas convergentes promovidas por otros sectores de la administración pública, tales como el sector salud, comunicaciones y transportes, trabajo y previsión social, economía y energía, entre otros.

Dentro de este contexto y como un agente activo en el desarrollo del ambientalismo en México, el biólogo, ha participado al lado de otros perfiles profesionales igualmente comprometidos, especialmente en las áreas de la ingeniería química, la ingeniería ambiental y el derecho, en el avance y desarrollo de aspectos conceptuales en materia de ordenamiento territorial, evaluación del impacto ambiental, monitoreo ambiental, auditoría ambiental de los procesos productivos, manejo y administración de la biodiversidad, y en general, en diversos tópicos relacionados con la gestión de los recursos naturales.

Ha explorado diversas disciplinas relacionadas con el análisis de riesgo, el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos, la caracterización de sitios contaminados y la recuperación de ecosistemas degradados.

Todas estas actividades han posicionado al biólogo en un nivel destacado que comparten otras áreas técnico-científicas, en lugares destacados de la administración pública y privada, así como en el desarrollo de diversas actividades técnicas en gabinete y en campo que, como se indica en el primer capítulo de este documento, han urgido al sector profesional de la biología, a la actualización de sus programas académicos y a su

horizontalización con las demandas de una sociedad que requiere soluciones inmediatas a problemas prácticos sobre el manejo ambiental.

CONTAMINACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

La degradación ambiental que se experimenta en los distintos niveles de integración territorial, ha sido objeto de análisis en foros nacionales e internacionales, con el fin de encontrar estrategias viables, pero sobre todo, estrategias prácticas que permitan no únicamente prevenir y controlar el deterioro progresivo de los ecosistemas, sino inclusive, hallar los medios para revertirla.

La mayor parte de referencias a la contaminación del ambiente asocian este fenómeno con el proceso de industrialización, proceso que trajo consigo no únicamente una mayor capacidad para la transformación, explotación y consumo de los recursos naturales sino la multiplicación de posibilidades para manipular el ambiente en su estructura física y en su desempeño funcional.

La introducción de sustancias químicas al ambiente, aire, agua y suelo se ha relacionado directamente con el agotamiento de la capa de ozono, el calentamiento global, la desaparición de especies de flora y fauna y el empobrecimiento material de grupos sociales amplios, al agotarse las posibilidades productivas de la región que habitan y un sinnúmero de impactos negativos sobre el equilibrio de los sistemas ambientales, que cada vez son más sensibles y vulnerables a la acción humana, es decir, son menos estables.

La estabilidad de los ecosistemas, entendida como la capacidad para restablecer sus equilibrios internos en términos de flujos de energía y materia, indudablemente ha sido rebasada por la intensidad, duración y magnitud de las perturbaciones introducidas por la acción humana, generando alteraciones de los regímenes termoplumiométricos en

distintas regiones climáticas del globo y acentuando los extremos térmicos y pluviales en algunos casos y redistribuyéndose territorialmente, en otros.

Los procesos de deforestación, erosión, destrucción del hábitat y ocupación del territorio para dedicarla a usos frecuentemente distintos a los de su vocación natural, son otra serie de fenómenos relacionados con la forma de uso y aprovechamiento de los recursos desde el perfil sociocultural, económico, político y tecnológico que la sociedad ha impuesto a la dinámica de los ecosistemas.

La destrucción del hábitat debido a la tala clandestina, el tráfico regional, nacional e internacional de especies de flora y fauna silvestres, así como las actividades agrícolas al interior de zonas boscosas, son factores reincidentes en los causales socioculturales y socioeconómicos, que como estrategia de aprovechamiento del medio, especialmente en el rural, reflejan el modo irracional en que la sociedad ha manipulado a la naturaleza.

Aunado a lo anterior se encuentran la asimétrica distribución territorial de la población vinculada a los procesos de urbanización, que se manifiesta en el hecho de que más del 70% de la población nacional radica en las ciudades, espacios privilegiados para el asentamiento de actividades industriales, comerciales y de servicios.

Los factores técnicos y el nivel tecnológico de las aplicaciones industriales utilizadas para la generación de bienes y servicios constituyen otra dimensión que subyace a las causas de la problemática ambiental del país. Muchas de las técnicas empleadas por la industria se ubican en un nivel artesanal relacionado con la microeconomía, en tanto que en lo tecnológico, el nivel de desarrollo integrado al diseño de la maquinaria, equipos y procesos empleados son prácticamente de mediados de siglo, especialmente en la pequeña y mediana empresa.

El medio urbano industrial y el metabolismo de las ciudades, resume el conjunto de factores sociales, culturales, políticos, económicos y tecnológicos que se expresan en el modelo de distribución de las actividades en el territorio y propicia el surgimiento de variables emergentes en la génesis de la problemática de la contaminación ambiental.

Los patrones de movilidad de la población, los modos y tipos de transporte, la estructura vial y características de la flota vehicular así como las características físico-territoriales del espacio urbano, determinan el empobrecimiento de la calidad del aire, conjuntamente con las contribuciones industriales, la calidad y volumen de los combustibles utilizados y la localización relativa, tipo y cantidad de giros industriales establecidos.

El uso de bienes de consumo y servicios que se intercambian en la población determinan el tipo y volumen de residuos urbanos e industriales peligrosos y no peligrosos que se generan y que exigen de infraestructura básica para su manejo y disposición apropiada. El suministro y distribución de agua potable y la posterior descarga de las aguas residuales son otro elemento que compromete la viabilidad de la sociedad y, en este caso, tanto de las poblaciones urbanas como de las poblaciones rurales.

Todos estos elementos, incorporados a la agenda del gobierno mexicano y analizados en foros nacionales e internacionales, han sido objeto de acuerdos bilaterales y multilaterales para desarrollar estrategias comunes que regulen la introducción de sustancias químicas al ambiente – gases de invernadero, sustancias agotadoras de la capa de ozono, agroquímicos y sustancias químicas tóxicas, cancerígenas, mutagénicas o teratogénicas de larga permanencia en el medio o de efectos bioacumulativos, etc. –, así como para regular el tránsito internacional de sustancias peligrosas, y especialmente el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos.

Ante la diversidad de causas y efectos bajo los cuales se manifiesta la problemática ambiental del país, el Programa Nacional de Medio Ambiente, 1995-2000, aborda la necesidad de integrar un diagnóstico desde la perspectiva histórica de los procesos estrechamente vinculados entre sí, reconociendo la multidimensionalidad del problema en un plano que atraviesa las dimensiones temporales, sectoriales y regionales de la economía, del quehacer institucional y de los distintos entramados sociales, jurídicos y políticos.

El citado programa considera que un diagnóstico funcional para una estrategia de desarrollo sustentable no admite limitarse a la reiteración de impactos y deterioros, sino que por el contrario, obliga a identificar y a seguir con una estructura lógica clara ciertos procesos históricos, de cuando menos seis procesos, que aunque están inherentemente entrelazados, plantean grandes líneas o dimensiones donde es posible detectar secuencias propias, necesarias de analizarse en sí mismas.

Tales líneas argumentativas para un diagnóstico integral incorporan la dimensión de lo rural incluyendo los aspectos de biodiversidad y recursos naturales terrestres, y manejo del territorio. Ello se justifica, desde la perspectiva del Programa, en el reconocimiento del grave impacto espacial y territorial sobre el capital ecológico de la nación que han tenido los siguientes factores: la estructura de tenencia de la tierra y la organización agraria, los patrones demográficos, y las actividades agrícolas y ganaderas.

Una segunda línea de diagnóstico se ubica en el ámbito costero y marino de los ecosistemas y recursos naturales, debido a su considerable diversidad e importancia, en términos sociales, económicos y ecológicos, e incluso en lo que respecta a política exterior.

La tercera línea de evaluación se refiere al desarrollo urbano, proceso desigual e irreversible conducido a través de múltiples expresiones sectoriales y territoriales de decisiones de inversión, de producción y de consumo, en el cual se reconoce que la evolución de la estructura e integración sectorial de la economía configuran el marco del proceso de urbanización, en cuyo espacio proseguirá hasta concentrar una proporción suficientemente elevada de la riqueza y del ingreso, de la productividad, y de la población total del país, constituyendo los espacios de más densa interacción económica, social y ambiental.

Una cuarta dimensión del diagnóstico de causas y efectos del deterioro ambiental lo integra la industria, sector estratégico de actividad económica, a cuya dinámica responden una gran cantidad de procesos regionales y ambientales y en el cual, la industria representa el aparato metabólico de la sociedad, donde se captan y procesan recursos naturales y se utilizan insumos y bienes y servicios ambientales, al tiempo que se generan subproductos con fuertes impactos potenciales sobre los ecosistemas y la salud de la población.

La quinta línea de diagnóstico incluye el análisis del desarrollo regulatorio e institucional de México en materia de gestión ambiental, particularmente a partir de los años 70's, en el que resulta imperativo reconocer los alcances y limitaciones de los fundamentos jurídicos existentes, así como la madurez de las instancias públicas responsables de regir el modelo de desarrollo, con el objeto de apoyar con racionalidad el desenvolvimiento de nuevas estrategias de política.

Finalmente, la sexta dimensión del análisis lo constituye el contexto internacional que en la actualidad representa una referencia obligada de política y de desempeño ambiental. La globalización de los intereses ambientales es un hecho, y está marcada por los procesos de deterioro de los recursos comunes globales, por problemas

transfronterizos y regionales, y por inquietudes sobre la competitividad de los países y sus políticas ambientales domésticas.

Las instancias e instituciones internacionales a cargo del ambiente se multiplican y fortalecen y lo ambiental se ha constituido en un vasto ámbito de relación entre las naciones y entre ellas y las organizaciones multilaterales. En este contexto, una presencia activa y con definiciones estratégicas de nuestro país en la arena internacional, es insoslayable, y amerita un entendimiento claro que permita nuevas definiciones y liderazgos.

Algunas fuentes de información relacionadas con el tema incluyen: el Proyecto Frontera XX1, Convenio de la Paz, establecido en 1983 entre Estados Unidos y México (en cuyo Anexo III, formulado en 1986, se estipulan las bases para movilizar los RP) y el Convenio de Basilea, que rige internacionalmente, Tratado de Libre Comercio de América del Norte, Programa Nacional de Medio Ambiente 1995-2000.

PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES EN MÉXICO



Como se menciona en el capítulo anterior, los problemas ambientales del país son múltiples en su expresión y ampliamente diversos en sus causas. Cada región del país, con sus singularidades ecológicas, biota y características del medio físico, así como sus rasgos específicos de poblamiento, actividades económicas que sustenta y patrones socioculturales, políticos y económicos que en cada una de ellas se expresan, permiten identificar inequívocamente el tipo, naturaleza, extensión y magnitud de los impactos específicos que reciben.

Así, las áreas agrícolas del norte del país pueden identificarse con la problemática específica del manejo de agroquímicos, la sobre-explotación de acuíferos, la salinización de suelos y su consecuente pérdida de fertilidad, por mencionar únicamente los aspectos más generales.

Las regiones tropicales de los Tuxtlas, en Veracruz, la Región de la Lacandonia en el Estado de Chiapas, La Reserva Ecológica de Sian Khan en Quintana Roo, la Región de los Chimalapas, la Región de la Mariposa Monarca, en Michoacán y Estado de México, los bosques templados y fríos del centro y norte del país, son zonas en donde los procesos de deforestación y tráfico de especies de flora y fauna han impactado amplia e intensamente a la diversidad biológica, al igual que la riqueza biológica de las zonas áridas y semiáridas del país.

Las zonas turísticas costeras de los Estados de Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, Veracruz y Quintana Roo, principalmente, sufren el deterioro que resulta de las grandes cantidades de población flotante que concentran sobre todo durante la temporada alta en que el turismo nacional e internacional las visita. La demanda de agua para consumo humano, la generación de residuos sólidos, y el impacto sobre los sistemas arrecifales, son entre otros, los elementos más presionados por estas actividades.

Las regiones petroindustriales del sur, sureste y costa del golfo que se caracterizan por impactos relacionados con la explotación, refinación, almacenamiento y distribución de productos petrolíferos y su impacto sobre la calidad del aire, agua, suelo y la generación de residuos, se extiende a áreas donde se asientan importantes complejos petroquímicos tales como, además de la región sur donde se ubican Pajaritos, La Cangrejera y Cosoleacaque, las regiones del sur, centro y bajo en donde se localizan las petroquímicas de Salina Cruz en el Estado de Oaxaca, Tula en el Estado de Hidalgo, Salamanca en el Estado de Guanajuato y Reynosa en el Estado de Tamaulipas, por mencionar solo algunas.

Finalmente, sin llegar a la exhaustividad, las zonas metropolitanas que cada vez son mayores en número y más extensas en superficie, reflejan un patrón de distribución de la población, cuyos satisfactores en materia de vivienda y servicios generan elevados consumos de bienes materiales e insumos para desarrollar sus actividades. La generación de residuos sólidos, las elevadas demandas de agua, el alto consumo de combustibles dedicados al transporte y a la industria, entre otros, impacta severamente a la calidad del aire, la calidad del agua y el estado natural del suelo, subsuelo y mantos freáticos.

En los siguientes subcapítulos se tratarán someramente algunos aspectos específicos de los principales elementos del ambiente impactados por las actividades humanas, destacando entre ellos, el aire, el suelo y subsuelo, el agua y la diversidad biológica. No se incluirán aspectos relacionados con el agotamiento de la capa de ozono, el efecto de invernadero y cambio climático, únicamente por razones de brevedad en el documento.

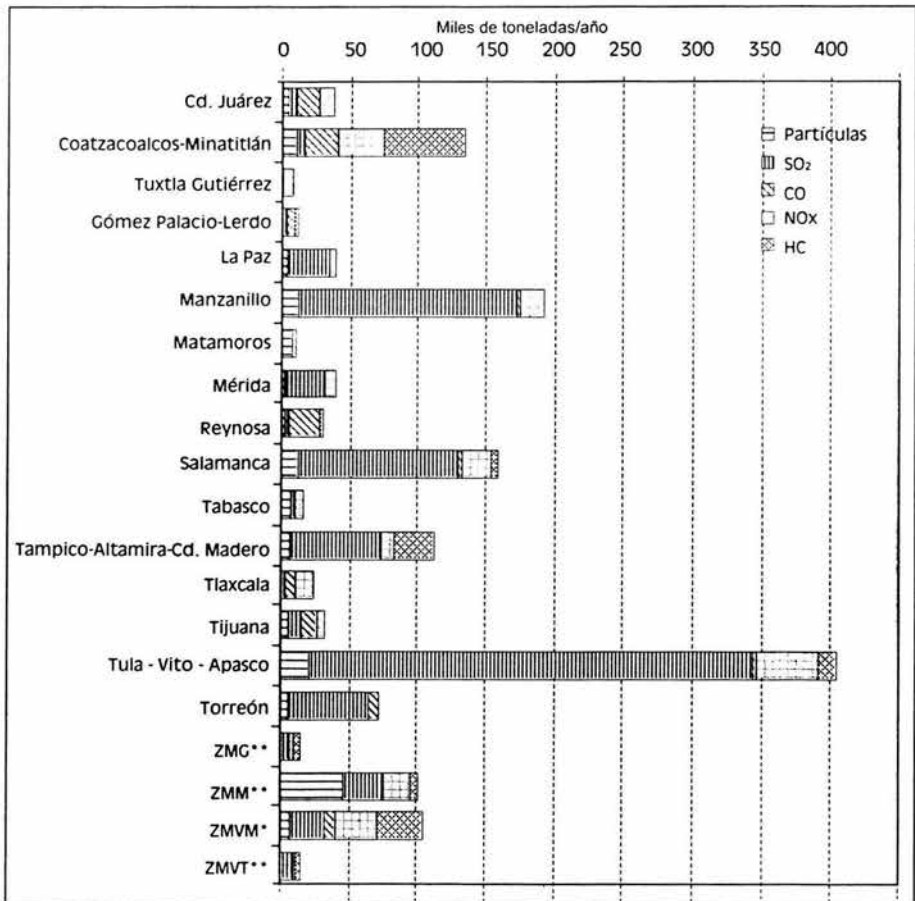
6.1 LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA⁽¹¹⁾

Se presenta de manera ilustrativa la información relativa a los inventarios de fuentes contaminantes de emisiones atmosféricas, tanto en lo que se refiere a las fuentes fijas como a las fuentes móviles y su impacto sobre la calidad del aire, expresado en términos de Índices Metropolitanos de Calidad del Aire, con el fin de presentar causas y consecuencias del impacto sobre la atmósfera de los principales agentes directos que determinan la calidad del aire en los principales centros urbanos.

6.1.1 EMISIONES DE CONTAMINANTES EN ZONAS PRIORITARIAS (INVENTARIO)

La información que se presenta a continuación ha sido obtenida a través del inventario de emisiones integrado por las autoridades ambientales, mismo que se utiliza como un instrumento estratégico para la gestión ambiental al permitir identificar los agentes causales de la contaminación así como su respectiva contribución. Tales inventarios son empleados por las dependencias oficiales relacionadas con la administración ambiental para el desarrollo de políticas específicas para el control de fuentes, desde el desarrollo normativo hasta el establecimiento de acuerdos con los sectores productivos involucrados, para la aplicación de estrategias de reducción y control de emisiones atmosféricas.

Emisiones industriales estimadas en zonas prioritarias, 1994



Nota: *: 1995, **: 1996

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México,

ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara,

ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey,

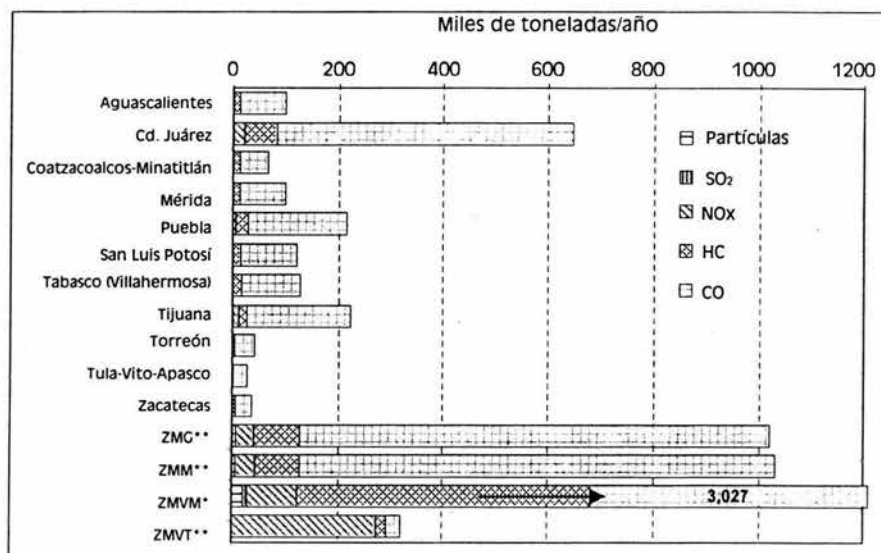
ZMVT: Zona Metropolitana del Valle de Toluca,

SO₂: Bióxido de azufre, CO: Monóxido de carbono, NOx: Óxidos de nitrógeno,

HC: Hidrocarburos.

De acuerdo con los inventarios del sector de transporte e industrial en 18 centros urbanos e industriales del país, se destacan las emisiones por fuentes fijas de los Corredores Tula-Vito-Apaxco, Manzanillo y Coatzacoalcos-Minatitlán en tanto que para las móviles, sobresalen las Zonas Metropolitanas de las Ciudades de México, Guadalajara y Monterrey.

6.1.2 EMISIONES VEHICULARES ESTIMADAS PARA ZONAS PRIORITARIAS, 1994

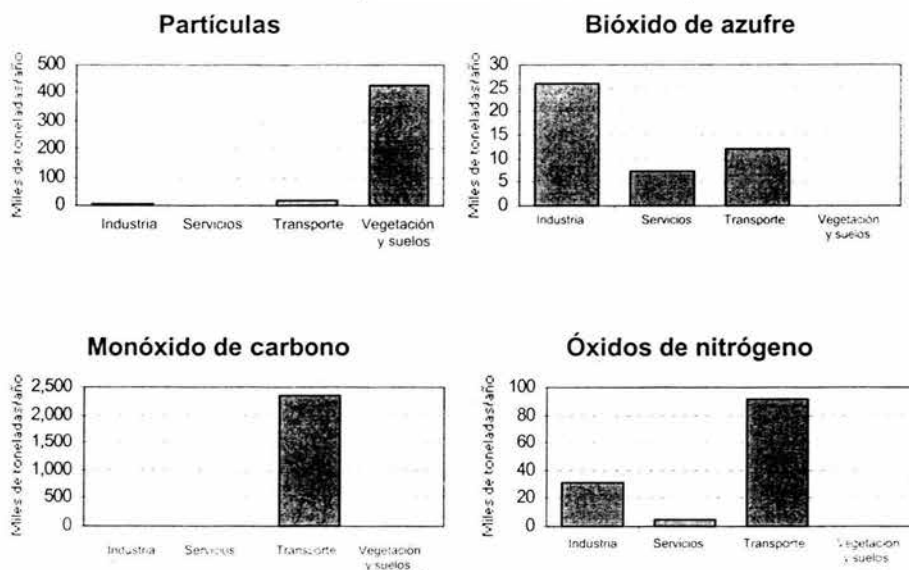


Nota: *: 1995, **: 1996

6.1.3 EMISIONES EN LOS GRANDES CENTROS URBANOS (INVENTARIOS)

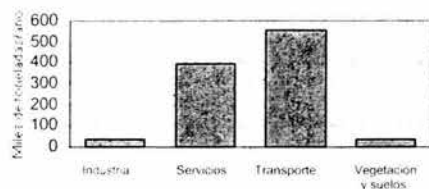
En este tema la información que se presenta, como puede observarse en los gráficos subsecuentes, corresponde a los parámetros contaminantes que se evalúan a través de los sistemas de monitoreo en las principales zonas metropolitanas del país.

Zona Metropolitana del Valle de México, 1994



EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

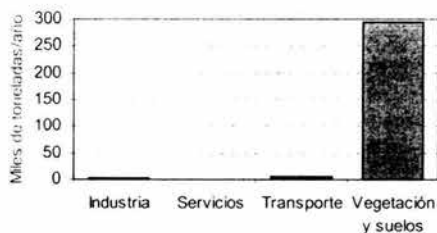
Hidrocarburos



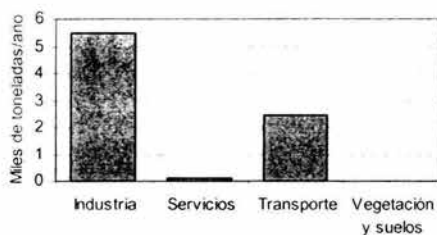
Fuente: D.D.F, Gobierno del Estado de México, SEMARNAP y SSA, 1996. Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, Pág. 74.

Zona Metropolitana de Guadalajara, 1995

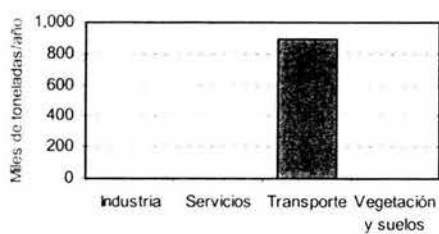
Partículas



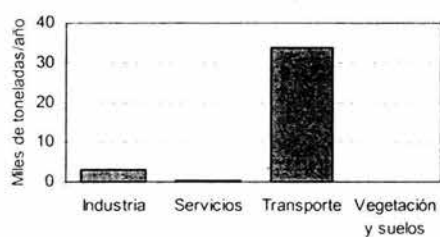
Bióxido de azufre



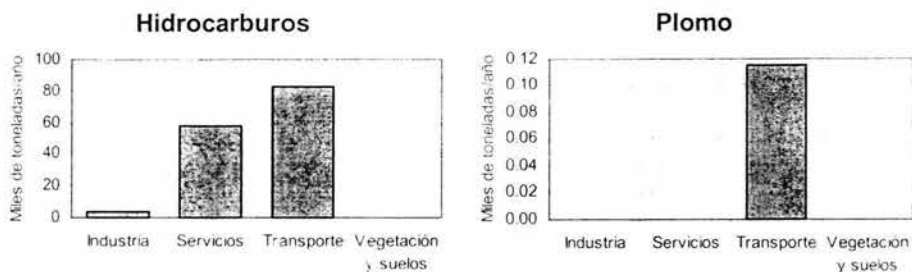
Monóxido de carbono



Óxidos de nitrógeno

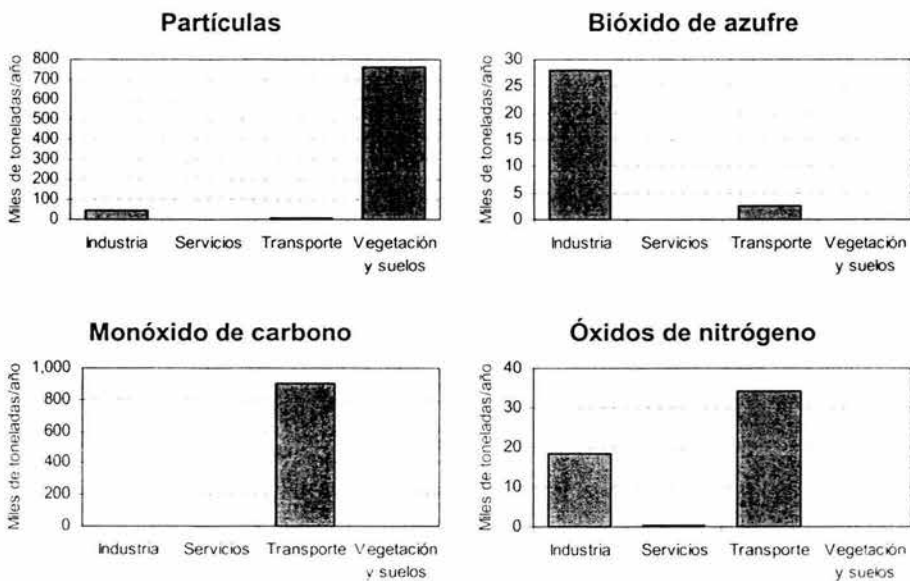


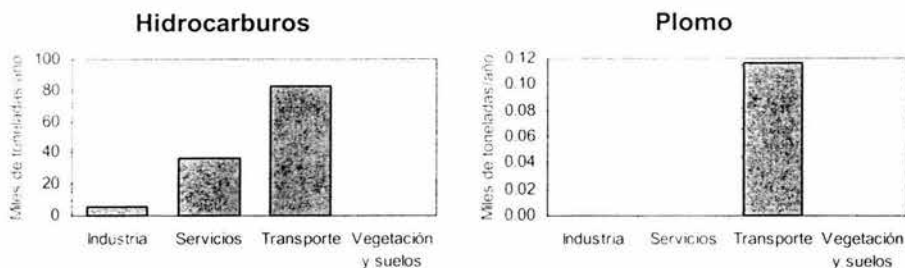
- LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA -



Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco, SEMARNAP y SSA, 1997. Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001, Pág. 111.

Zona Metropolitana de Monterrey, 1995





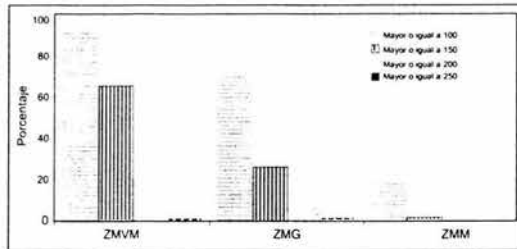
Fuente: Gobierno del Estado de Nuevo León; SEMARNAP y SSA, 1997. Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000, Pág. 76.

Uno de los puntos sobresalientes de estos inventarios, es que en las tres ciudades, el sector transporte es el que tiene la mayor contribución de contaminantes, aportando el 71% de los óxidos de nitrógeno en la ZMVM, el 91% en la ZMG y el 64% en la ZMM así como el 54% de hidrocarburos en la ZMVM, el 57% en la ZMG y el 66% en la ZMM. Además, cabe señalar que mientras que en la ZMVM y la ZMG las emisiones del sector transporte representan el 75 y 74%, respectivamente, en otras ciudades del país alcanzan alrededor del 50% del total.

6.1.4 COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS GRANDES ZONAS METROPOLITANAS

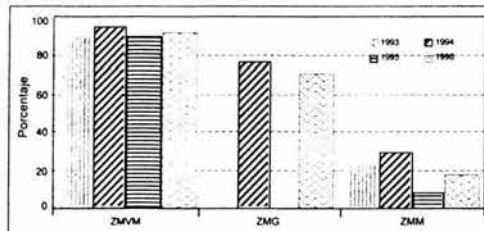
En México se desarrolló el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) que consiste en una transformación de las concentraciones de contaminantes a un número adimensional que indica el nivel de contaminación de una manera sencilla. Un IMECA de 100 puntos equivale a la norma de calidad del aire para el contaminante en cuestión. La calidad del aire se considera como no satisfactoria cuando el valor del IMECA se sitúa entre 100 y 200, mala entre 200 y 300, y muy mala por arriba de 300.

Porcentaje de días en que se exceden los 100, 150, 200 y 250 puntos IMECA, 1996



Nota: ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México, ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara, ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey.

Porcentaje de días en que se excede alguna norma



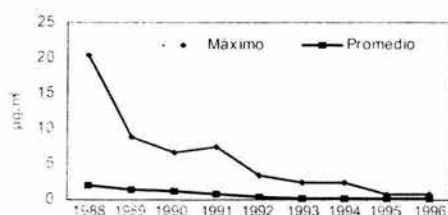
Fuente: INE, SEMARNAP, 1997. Dirección General de Gestión e Información Ambiental.

Es notable que en términos de la frecuencia con la que se violan las normas, el problema de contaminación del aire en la ZMG puede considerarse casi tan grave como en la ZMVM, mientras que en la ZMM la situación es mucho menos crítica. Sin embargo cuando se comparan las frecuencias de niveles IMECA más altos, se observa que en la ZMG se rebasan los 200 puntos IMECA en muchas menos ocasiones que en la ZMVM y en la ZMM prácticamente no se alcanzan estos niveles.

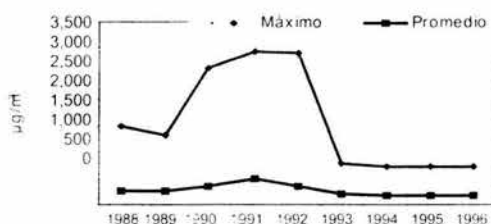
6.1.5 CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES Y EXCEDENCIAS A LAS NORMAS

Zona Metropolitana del Valle de México

Plomo



Partículas suspendidas totales (PST)



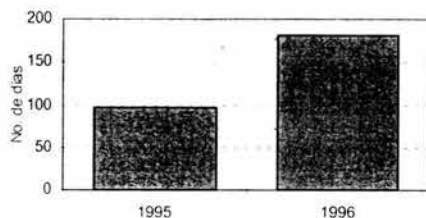
Norma: $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Norma: $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio 24 hr).

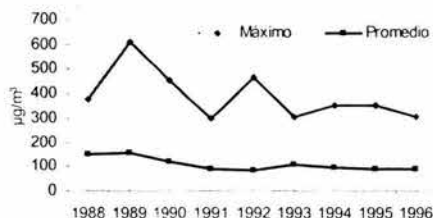
Fuente: DDF, 1996. Compendio Estadístico 1986-1995. DDF, 1997. Informe General de la Calidad del Aire en el Valle de México 1990-1996.

Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)

Días en que se excede la norma*



Concentraciones anuales*



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio de 24 hr).

Fuente: INE, CENICA, SEMARNAP, 1997. Primer Informe Sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas, 1996.

Fuente: DDF, 1996. Compendio Estadístico 1986-1995. DDF, 1997. Informe General de la Calidad del Aire en el Valle de México 1990-1996.

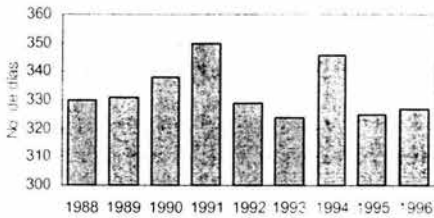
* Monitoreo con equipo continuo.

* Monitoreo con equipo manual; muestreo en uno de cada 6 días.

- LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA -

Zona Metropolitana del Valle de México (continuación)

Días en que se excede la norma



Norma: No excederse más de una vez al año.

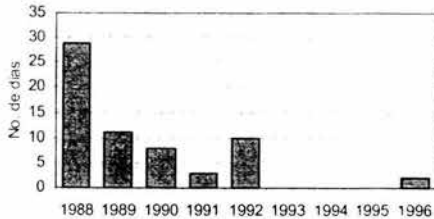
Promedio anual de la concentración máxima diaria

Ozono

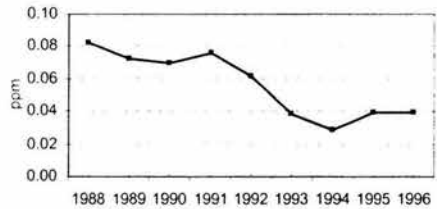


Norma: 0.11 ppm (1 hr).

Bióxido de Azufre

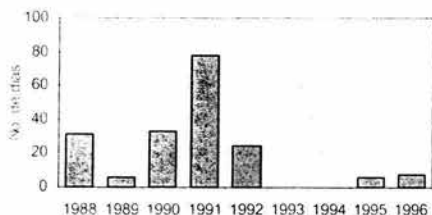


Norma: No excederse más de una vez al año.

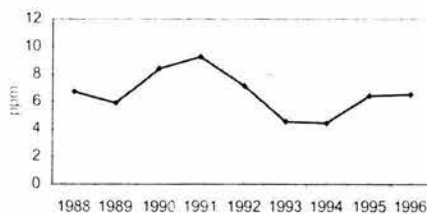


Norma: 0.13 ppm (24 hr).

Monóxido de Carbono

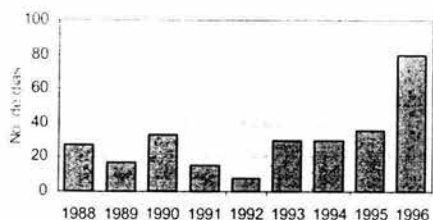


Norma: No excederse más de una vez al año.

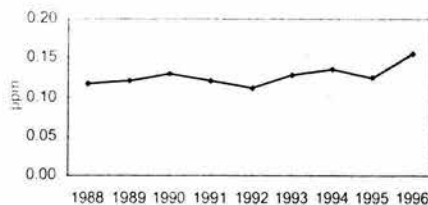


Norma: 11 ppm (8 hr).

Dióxido de Nitrógeno



Norma: No excederse más de una vez al año.

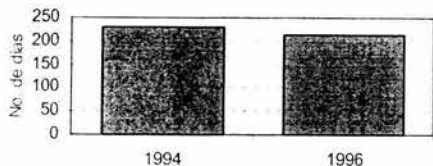


Norma: 0.21 ppm (1 hr).

Fuente: INE, SEMARNAP, 1997. Dirección General de Gestión e Información Ambiental.

Zona Metropolitana de Guadalajara

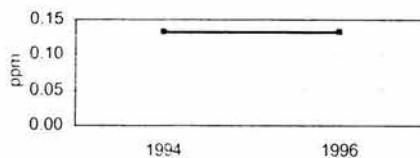
Días en que se excede la norma



Norma: No excederse más de una vez al año.

Promedio anual de la concentración máxima diaria

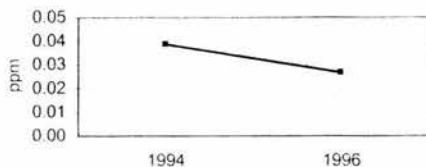
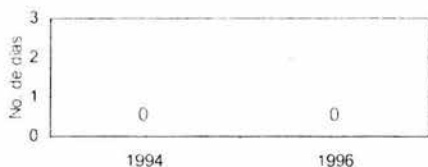
Ozono



Norma: 0.11 ppm (1 hr).

- LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA -

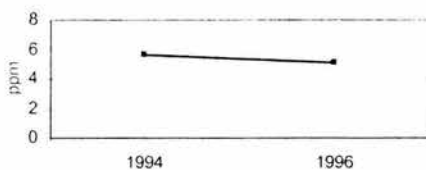
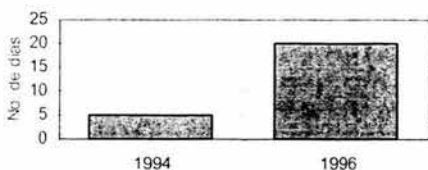
Bióxido de Azufre



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 0.13 ppm (24 hr).

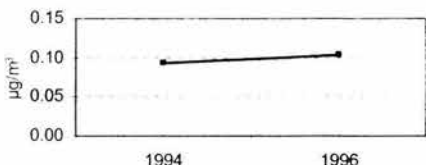
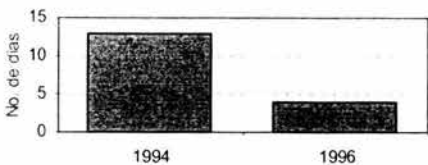
Monóxido de Carbono



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 11 ppm (8 hr).

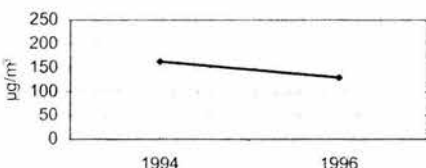
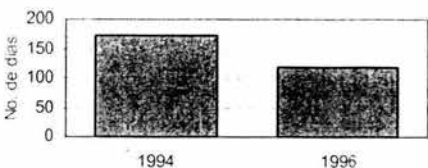
Bióxido de Nitrógeno



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 0.21 ppm (1 hr).

Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 150 µg/m³ (24 hr).

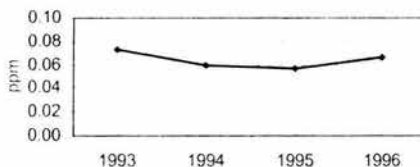
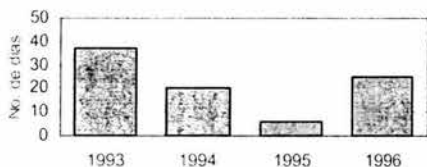
Fuente: INE, SEMARNAP, 1997. Dirección General de Gestión e Información Ambiental.

Zona Metropolitana de Monterrey

Días en que se excede la norma

Promedio anual de la concentración máxima diaria

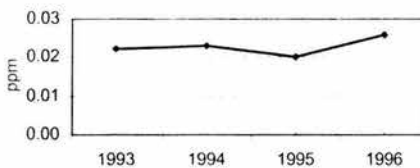
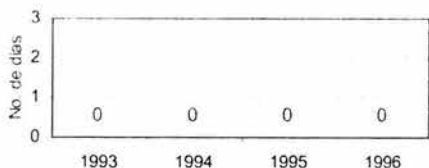
Ozono



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 0.11 ppm (1 hr).

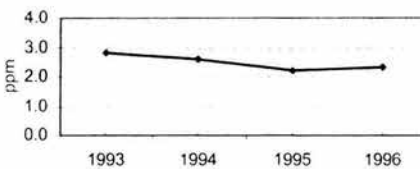
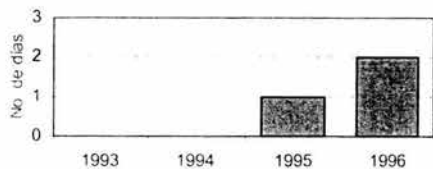
Bióxido de Azufre



Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 0.13 ppm (24 hr).

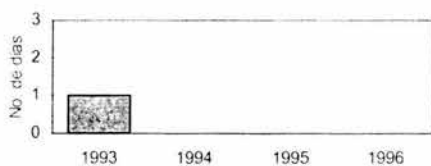
Monóxido de Carbono



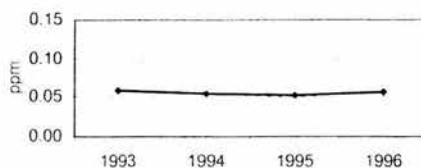
Norma: No excederse más de una vez al año.

Norma: 11 ppm (8 hr).

Bióxido de Nitrógeno

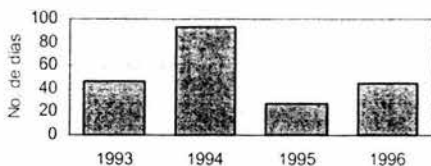


Norma: No excederse más de una vez al año.

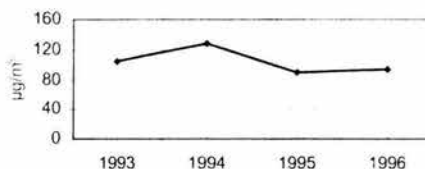


Norma: 0.21 ppm (1 hr).

Partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀)



Norma: No excederse más de una vez al año.



Norma: 150 µg/m³ (24 hr).

Fuente: INE, SEMARNAP, 1997. Dirección General de Gestión e Información Ambiental.

6.2 LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO

La contaminación del suelo y subsuelo generalmente depende no solamente de la introducción de sustancias químicas asociadas con las prácticas agrícolas en las zonas de cultivo, especialmente agroquímicos, fertilizantes y plaguicidas, sino muy en particular, debido a las malas prácticas de disposición de los residuos sólidos generados en las actividades industriales y los residuos domésticos, comerciales, así como de oficinas y talleres, en los principales centros urbanos del país.

Ello obedece por supuesto a patrones culturales que parecen haberse rezagado respecto del avance tecnológico que cada día genera nuevas sustancias cuyos residuales demandan formas especializadas de manejo y para los cuales la sociedad, productores y consumidores de bienes y servicios, no se ha preparado suficientemente.

Adicionalmente, es importante destacar que el país no cuenta con una infraestructura ambiental para el manejo apropiado de los residuos generados, no existen suficientes confinamientos controlados para el manejo de residuos industriales peligrosos y no peligrosos, siendo mayores aún las carencias en materia de confinamientos para residuos sólidos municipales, con relación a la cantidad de residuos que se generan en las actividades urbanas.

Otro aspecto importante relacionado con la contaminación del subsuelo y mantos freáticos deriva por una parte de las malas prácticas de disposición de los residuos lixiviables que por su naturaleza fisicoquímica tienden a migrar hacia las aguas subterráneas y por otra, como consecuencia de derrames accidentales y descargas premeditadas de materiales y residuos líquidos, las primeras de ellas asociadas con

contingencias en la industria y la segunda relacionada con ignorancia o negligencia para realizar el adecuado tratamiento y disposición de las mismas, previo a la descarga.

Todo ello ha dado lugar a la proliferación de tiraderos clandestinos de residuos sólidos y líquidos en las zonas suburbanas y rurales, así como a lo largo de cauces de arroyos en donde, además del impacto directo sobre la hidrología superficial, afectan a la calidad del agua que, por otra parte, resulta afectada por las descargas domésticas y la falta de plantas de tratamiento, lo cual se revisará en el subcapítulo correspondiente.

Tales impactos constituyen un riesgo para la salud de la población no solamente la directamente expuesta como los sectores de pepenadores sino, por la extensión de estos impactos, a la población en general, debido a aerotransportación de partículas viables e inertes y a la contaminación de pozos, muchos de los cuales son la fuente para el consumo humano.

IZT.

En consecuencia de lo anterior, el presente subcapítulo se dedicará a una breve recopilación de información sobre la problemática de los residuos sólidos y líquidos industriales y municipales generados en el país. No se incluyen en esta evaluación los problemas del suelo debidos a erosión o el impacto de precipitaciones ácidas sobre su calidad.



6.2.1 LOS RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS⁽¹²⁾

La industria es en gran medida la impulsora de la urbanización del país, ya que ha favorecido el surgimiento de un sector de servicios que ha consolidado a las metrópolis y las ciudades medias.

La industria utiliza materias primas, energía, capital y trabajo humano para generar bienes socialmente deseables, pero también ha generado subproductos indeseables provenientes de sus procesos productivos y que al arrojarlos al ambiente produce externalidades para las cuales no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos se encuentran las emisiones de contaminantes atmosféricos, las descargas de aguas residuales y los residuos peligrosos y no peligrosos.

En virtud de la relación entre industrialización, urbanización y generación de residuos, es evidente que en las etapas iniciales del proceso de industrialización, el volumen de generación de residuos peligrosos era relativamente pequeño y podía integrarse a la capacidad de asimilación de los suelos, cuerpos de agua y drenajes urbanos, pero al avanzar este proceso, el volumen rebasa esta capacidad de asimilación y se convierte en un agudo problema ambiental.

En México, se sabe que hasta 1970 prácticamente no se aplicó ningún criterio ambiental para el desarrollo industrial. Se estima que entre 1950 y 1960 los impactos negativos del desarrollo industrial sobre la calidad del aire y el suelo se incrementaron conforme la industria fue recomponiéndose, aumentando la presencia de ciertas ramas y tecnologías más contaminantes. Por otra parte, las afectaciones ambientales derivadas de la industria se asumían como efectos locales y de pequeña escala y por tanto no se consideraba que ameritaran una preocupación mayor. Los recursos naturales se

consideraban inagotables, no existiendo en ese entonces la idea sobre la necesidad de imponerle restricciones.

Los bajos precios de la energía propiciaron su uso intensivo y dispendioso y un crecimiento de la demanda energética más acelerado que el del valor y volumen del producto industrial. A su vez, la protección externa, al favorecer la fijación de precios sin referencia internacional, indujo una estructura de costos en que la energía no tenía gran relevancia, ya que los precios públicos subsidiaban el consumo; esto distorsionó la estructura de precios relativos y alentó adicionalmente dicho crecimiento. De 1950 a 1970, el consumo de gas aumentó 33 veces, el de diesel 8.2, el de lubricantes 40, el de gasolinas cuatro y el de electricidad casi siete veces, al tiempo que la cantidad de vehículos automotores se sextuplicó en ese mismo período. Puede afirmarse, entonces, que los precios bajos de energía y transporte, el sistema de protección externa y de subsidios, la promoción del autotransporte de carga y pasajeros en detrimento del transporte ferroviario, y los estímulos implícitos a la concentración industrial, junto con la falta de una política ambiental, configuraron el cuadro para un rápido crecimiento de los índices de contaminación.

Por otra parte, la reestructuración productiva de finales del período sustitutivo de importaciones hizo que cambiara el panorama en cuanto a las ramas más contaminantes y riesgosas. En general, la producción eléctrica, química y de derivados del petróleo se colocaron como las más dinámicas. A ello se sumó la producción de fibras sintéticas, resinas, fertilizantes, plásticos, pinturas, pigmentos y gases industriales. Algo similar sucedió con el papel, el hule, la metalmecánica, el cemento y la producción de maquinaria. Al mismo tiempo, el margen de acción dado por el auge petrolero y la deuda externa hizo que se acentuara todavía más el esquema de subsidios a la energía y al autotransporte.

Un dato importante es que la presencia de empresas públicas entre las más contaminantes y de mayor riesgo fue cada vez mayor. La ausencia de un marco normativo y de control adecuado y el incumplimiento de las disposiciones existentes, hizo que éstas adquirieran una responsabilidad creciente en el impacto ambiental industrial en comparación con las empresas privadas. Dadas las dimensiones de varias de ellas, como son los casos de la CFE y PEMEX, este dato resulta relevante para ser considerado al formular las políticas ambientales.

La promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, en 1971, marca el surgimiento de una normatividad que, aunque estaba más orientada por criterios de salud, incorporaba elementos para el control de emisiones, lo que comprometía a la industria en el logro de procesos cada vez más limpios. Posteriormente, la aparición de un nuevo Código Sanitario, en 1973, introdujo normas más específicas relacionadas con emisiones y descargas industriales y la generación de residuos peligrosos. Se expidieron también reglamentos para la prevención y control de la contaminación atmosférica por humos y polvos, de control de la contaminación de aguas, de prevención y control de la contaminación del mar por desechos y otros ordenamientos que directa o indirectamente se relacionaban con la industria.

Tras el ajuste estructural de 1982-1983, las nuevas políticas de apertura comercial, y la modificación de precios y tarifas del sector público, provocaron un cambio de criterios financieros y el relajamiento de la intervención directa del estado en la economía, que se reflejaron de manera directa en la industria, y probablemente alteraron su tendencia en materia de contaminación ambiental. En este proceso, y de manera progresiva, se fue desmantelando el esquema de protección externa y, entre 1985 y finales de 1987, se avanzó hacia una desprotección prácticamente generalizada, la cual afectó a ramas que habían sido fundamentales en la estrategia anterior. La liberalización económica se tradujo en el ingreso de México al GATT, la firma del Tratado de Libre

Comercio de América del Norte y de diversos acuerdos con Centro América y varios países de América del Sur.

Las transformaciones que vive actualmente la economía mundial pueden caracterizarse por la acelerada presencia, a nivel de empresa y de las industrias, de innovaciones técnicas que llevan a la aparición de nuevas ramas industriales o de servicios y al surgimiento de sistemas tecnológicos más avanzados. Este encadenamiento de mejoras y de nuevos productos, procesos y sistemas tecnológicos está transformando las condiciones de trabajo, los patrones de consumo y de demanda y la estructura de producción de los distintos países que participan en el comercio mundial. Los niveles de interrelación de México con la economía internacional han permitido que su industria, en términos cuantitativos y cualitativos, siga determinadas pautas de modernización de su planta industrial.

La industria fue de las actividades más impactadas por la crisis de los ochentas y, hacia 1988, el grado de industrialización era inferior al de 1980. Sólo experimentaron un auge, incluso en los años de la crisis más intensa, las que se reorientaron pronto hacia las exportaciones. El cambio más significativo fue el auge exportador de las manufacturas y el crecimiento acelerado de las maquiladoras.

Un hecho relevante es que, al margen de sus dificultades, la industria es en México la parte más productiva de la economía, la que paga los salarios más elevados y la que aporta la mayor parte de los recursos externos. Aunque los servicios juegan ahora un rol cada vez más importante y los índices de industrialización ya no van en ascenso, es indudable que el papel del sector seguirá siendo determinante en el crecimiento económico del país. Por ello su importancia en la configuración de varios de los procesos en curso.

La nueva dinámica industrial orientada por la apertura económica, por ejemplo, está contribuyendo a modificar el actual patrón de localización territorial de la población. El crecimiento en las áreas metropolitanas sigue siendo importante, pero el crecimiento de los asentamientos humanos asociados al establecimiento de empresas en las ciudades fronterizas, el centro del país y en puntos de las zonas costeras, es una tendencia que cambiará a largo plazo la distribución espacial, económica y demográfica del país. En términos proporcionales aún no se perciben del todo los efectos de estas dinámicas, pero en algunas zonas, por ejemplo, en el Valle de México, la desconcentración ya parece ser un hecho.

- ♦ En resumen, las causas que subyacen a la actual problemática de la generación de los residuos industriales pueden sintetizarse de la siguiente manera:
- ♦ Desarrollo industrial progresivo.
- ♦ Elevados e incrementales consumos de energía y recursos naturales.
- ♦ Evolución de los mercados nacionales e internacionales de bienes manufacturados.
- ♦ Falta de atención a los impactos generados por el desarrollo urbano-industrial.
- ♦ Rezago en el establecimiento de políticas de protección ambiental.
- ♦ Distribución espacial de la generación de residuos industriales peligrosos

Los residuos generados por la actividad industrial pueden considerarse *peligrosos* si poseen algunas de las características establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, es decir, si presentan propiedades corrosivas, reactivas,

explosivas, tóxicas y/o inflamables, o bien si exhiben propiedades biológico-infecciosas. Igualmente pueden ser identificados por sus estados físicos, su composición química, o su descripción genérica (aguas, breas, lubricantes, colas, disolventes, envases, sedimentos, cabezas, carbones activados, catalizadores, jales, lodos, soluciones, tierras y otras). Dependiendo del volumen de generación y su concentración, estos residuos y sustancias peligrosas pueden representar mayores o menores riesgos ambientales.

La naturaleza de estos residuos industriales peligrosos depende del tipo de industria que los genere y del tipo de procesos por los que se generan; incluso dos empresas que fabrican el mismo producto pueden generar residuos diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente, dependiendo del proceso que utilicen. Su gran diversidad y heterogeneidad dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y por tanto, su manejo.

Se estima que la generación total de residuos peligrosos de origen industrial en México asciende a un volumen aproximado de ocho millones de toneladas anuales, lo que no incluye los jales mineros, residuos que también pueden ser peligrosos y que se producen en grandes cantidades (entre 300,000 y 500,000 toneladas diarias). Por su parte, la infraestructura y los sistemas de manejo en operación son sumamente precarios.

Dada la desproporción que guarda el volumen creciente de residuos peligrosos generados con las capacidades existentes de manejo, vigilancia y control, con frecuencia se observa una disposición clandestina en tiraderos municipales, barrancas, derechos de vías en carreteras, drenajes municipales o cuerpos de agua. Se cree que esta última opción es la que predomina, considerando que cerca de 90% de los residuos peligrosos adoptan estados líquidos, acuosos o semilíquidos, o bien, se solubilizan y/o mezclan en las descargas de aguas residuales.

Para el manejo integral de residuos peligrosos es de vital importancia contar con un inventario de generación, el cual, sólo recientemente se ha empezado a integrar en bases progresivas a través de los *Manifiestos de Generación y Manejo de Residuos Peligrosos* que el INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, ahora a través de la SEMARNAT, exige a las empresas que los generan y a las que los manejan, así como las auditorías ambientales llevadas a cabo por la PROFEPA. Conjugando factores de generación con la información ofrecida por el sistema de manifiestos, y con datos del censo industrial el Instituto Nacional de Ecología ha construido un inventario preliminar, sujeto a revisión, que arroja datos útiles.

En el siguiente cuadro se presentan los estimados de generación de residuos peligrosos, destacando entre las principales entidades generadoras el D.F. y el Estado de México con 1,839 miles de ton/año, y 1,415 miles de ton/año, respectivamente. Otros estados importantes por su generación de residuos son Nuevo León con 800 mil ton/año y Jalisco con 600 mil ton/año, así como Coahuila, Puebla y Chihuahua con 300, 245 y 210 mil ton/año, respectivamente.

EL BIOLOGO EN LA GESTION AMBIENTAL

Generación estimada de residuos peligrosos
por entidad federativa (1994)

Estado	Gen. de res. pel. (miles de ton/año)	Porcentaje
Aguascalientes	65	0.81
Baja California	160	2.00
Baja California Sur	10	0.13
Campeche	12	0.15
Coahuila	300	3.75
Colima	15	0.19
Chiapas	60	0.75
Chihuahua	210	2.62
Distrito Federal	1,839	22.98
Durango	80	1.00
Estado de México	1,415	17.68
Guanajuato	260	3.25
Guerrero	28	0.35
Hidalgo	135	1.68
Jalisco	600	7.50
Michoacán	120	1.50
Morelos	110	1.37
Nayarit	40	0.50
Nuevo León	800	10.00
Oaxaca	70	0.87
Puebla	245	3.06
Querétaro	178	2.23
Quintana Roo	8	0.10
San Luis Potosí	180	2.25
Sinaloa	80	1.00
Sonora	145	1.81
Tabasco	50	0.63
Tamaulipas	150	1.87
Tlaxcala	60	0.75
Veracruz	475	5.73
Yucatán	80	1.00
Zacatecas	20	0.25
Total	8,000	100.00

Fuente: Programa para la Minimización y Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México, 1996-2000. INE.

La regionalización que la fuente documental del cuadro anterior propone para indentificar las prioridades para el control de los residuos peligrosos, clasifica el territorio nacional en cinco zonas.

- Fronteriza:** Principales áreas industriales ubicadas en la franja colindante con los Estados Unidos de América.
- Norte:** Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Colima y Jalisco.
- Centro:** Guanajuato, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo y el Distrito Federal.
- Golfo:** Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.
- Sureste:** Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.

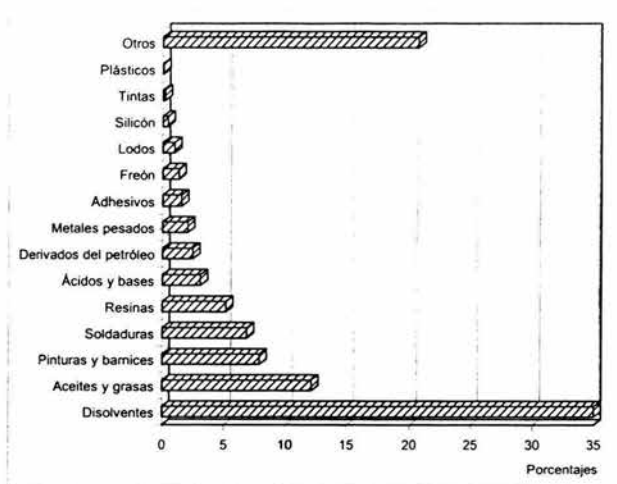
Conforme a tal clasificación la generación de residuos peligrosos para cada zona se presenta en el siguiente cuadro. Es interesante observar que en forma conjunta, la zona Norte y la zona Centro generan casi el 90% de los residuos peligrosos del país.

Generación estimada de residuos peligrosos por regiones (1994)

Región	Generación (miles de ton/año)	Porcentaje
Franja fronteriza	62	0.78
Norte	2,006	25.08
Centro	5,067	63.34
Golfo	602	7.52
Sureste	262	3.28
Totales	8,000	100.00

Según el tipo de residuo, los aceites y grasas conjuntamente con los disolventes, representan más del 45% del total de los residuos que se generan en el país. Las resinas, ácidos y bases representan el 10% y los desechos de pinturas y barnices el 8%. En la siguiente gráfica se presentan los volúmenes totales de residuos peligrosos clasificados según su tipo.

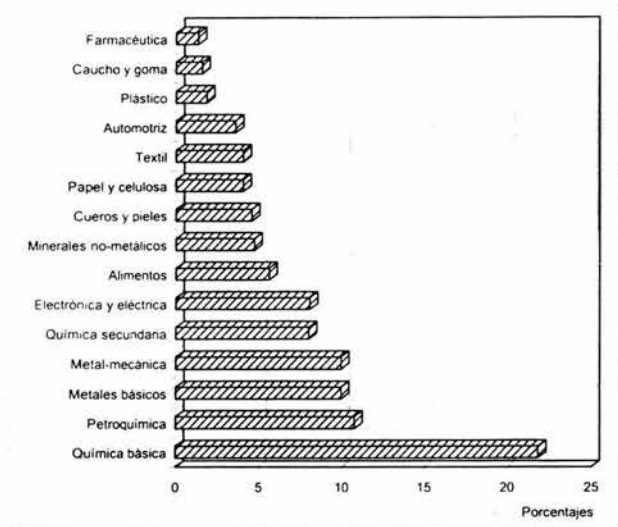
Generación por tipo de residuos



Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE.

Las industrias Química Básica, Secundaria y Petroquímica son las principales generadoras de residuos industriales, ya que aportan el 40% del total. Les siguen las industrias metalmeccánica y metálica básica con el 10% y la industria eléctrica con el 8%. La clasificación por rama industrial y sus aportaciones de residuos peligrosos al total nacional se muestran en la siguiente gráfica.

**Generación estimada de residuos peligrosos por rama industrial.
(aprox. 8,000,000 ton/año)**



Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE.

Resumiendo, la problemática de los residuos por su generación, volumen, tipo y ramas industriales que los producen, se configura de la siguiente manera:

- Su generación alcanza aproximadamente el 90% en las zonas centro y norte del país. La zona centro genera aproximadamente el 63.3%.
- El volumen aproximado que tal porcentaje representa es de alrededor de 7 millones de ton/año.
- El mayor porcentaje de generación por tipo es de disolventes, grasas y aceites y misceláneos (otros) que rebasan el 10% en cada caso y pueden llegar hasta el 35% de los residuos generados, como puede observarse en el caso de los disolventes.

- d) Las ramas industriales que la generan son la industria química básica, secundaria y petroquímica.
- e) La infraestructura actual para su manejo apropiado es muy reducida.

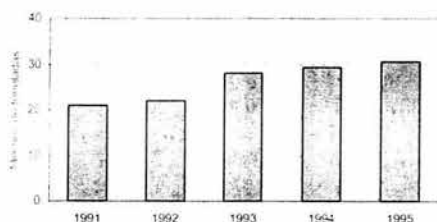
6.2.2 LOS RESIDUOS MUNICIPALES^(11, Op. Cit.)

La generación de residuos sólidos es un problema vinculado directamente con el esquema de desarrollo territorial de los asentamientos humanos y los patrones de consumo de la población. Es indiscutible que entre menor es el volumen de población y los hábitos de consumo se basan en dietas más naturales, y estilos de vida más propios del medio rural, el volumen de generación de residuos es menor y el tipo de residuos generados tienden a incorporarse más fácilmente a los sistemas biofísicos, es decir, son de naturaleza más biodegradable.

Por el contrario, los grandes asentamientos humanos y sus demandas de consumo tanto en volumen como en la naturaleza de lo que se consume, determina una mayor generación tanto en cantidad como en el tipo de residuos que se producen. Aunado a ello, el incremento en la generación per cápita de residuos sólidos municipales junto con el crecimiento de la población a nivel nacional provocan un aumento en la generación de residuos totales lo que constituye un mayor reto para la sociedad, ya que no sólo se debe atender el déficit actual en el manejo de estos residuos, sino también se deben prever mecanismos para cubrir la creciente demanda en estos servicios.

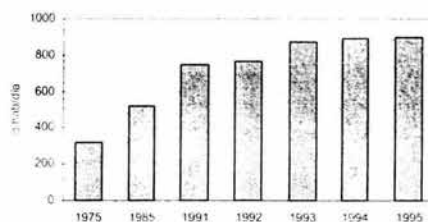
Las siguientes gráficas resumen la tendencia en la generación de residuos sólidos a escala nacional, como una síntesis de los factores demográficos asociados y la evolución de los hábitos de consumo.

Generación de residuos totales



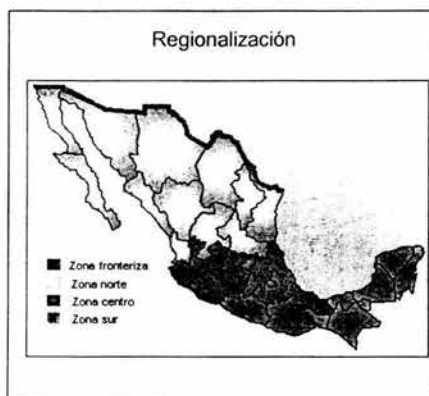
Esta información fue obtenida de diferentes fuentes:
1991 y 1992: INE, SEDESOL, 1993. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1991-1992. Pág. 185.
1993 y 1994: INE, SEDESOL, 1994. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, 1993-1994. Pág. 238.
1995: INE, SEMARNAP, 1996. Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas.

Generación de RSM per cápita



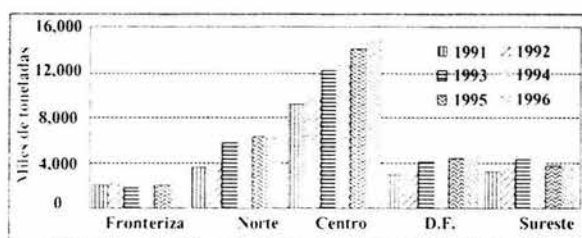
Esta información fue obtenida de diferentes fuentes:
1975 y 1985: SEDUE, 1986. Informe sobre el Estado del Medio Ambiente. Pág. 48.
1991 y 1992: INE, SEDESOL, 1993. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, 1991-1992, Pág. 185.
1993 y 1994: INE, SEDESOL, 1994. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1993-1994. Pág. 238.
1995: INE, SEMARNAP, 1996. Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas.

En el ámbito regional, la generación de residuos sólidos municipales, refleja como en el caso de la generación de residuos industriales, una distribución que se corresponde con la localización de la población en el territorio, sus hábitos de consumo y el dinamismo de la economía territorialmente concentrada en las zonas centro y norte del país.

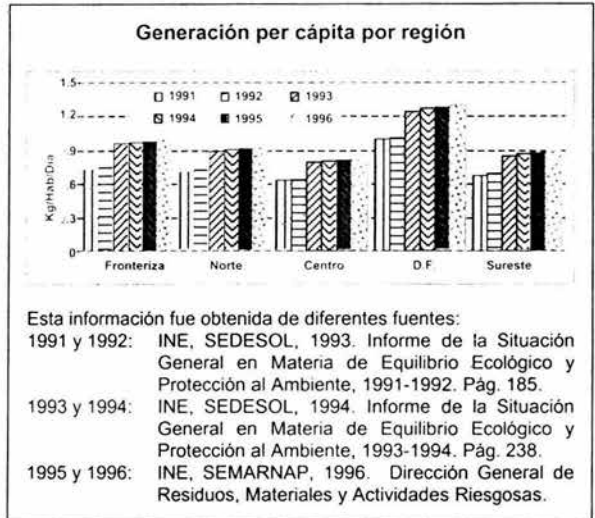


Las siguientes gráficas presentan el comportamiento en el tiempo de la generación de residuos sólidos municipales, así como la evolución de los regímenes de consumo per cápita. Es notable como solamente el Distrito Federal, ha incrementado sus tendencias de generación per cápita, destacando por sobre cualesquiera de las regiones del país, lo que refleja el modelo de desarrollo territorial de la población y la más alta concentración de demandas de bienes de consumo, asociada con el agudo problema de generación de residuos.

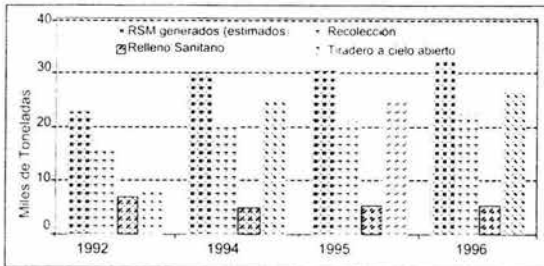
Generación por región



A partir de 1992 la generación y recolección de residuos sólidos se ha incrementado, sin embargo, los residuos dispuestos en rellenos se han mantenido casi constantes, lo que ha motivado un incremento en la cantidad de residuos dispuestos a cielo abierto con sus respectivos riesgos a la salud.



Situación del manejo y disposición final de los RSM

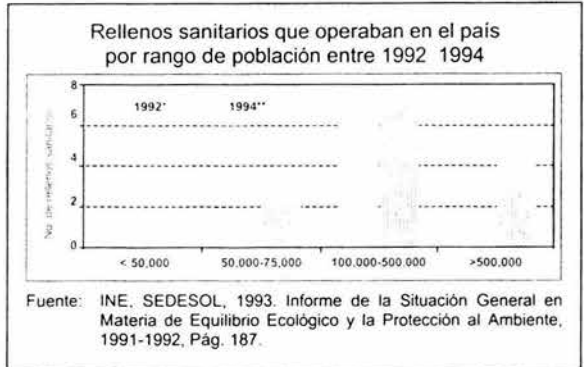


Esta información fue obtenida de diferentes fuentes:
 1992: INE, SEDESOL, 1993. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1991-1992. Pág. 186.
 1994: INE, SEDESOL, 1994. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1993-1994, Pág. 238.
 1995-1996: INE, SEMARNAP, 1996. Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas.

Hasta 1994 existían en el país 14 rellenos sanitarios, lo que comparado contra la dinámica de generación de residuos sólidos municipales resulta claramente insuficiente considerando que existen 77 poblaciones cuyo número de habitantes varía entre 100 mil y 500 mil y 21 mayores de

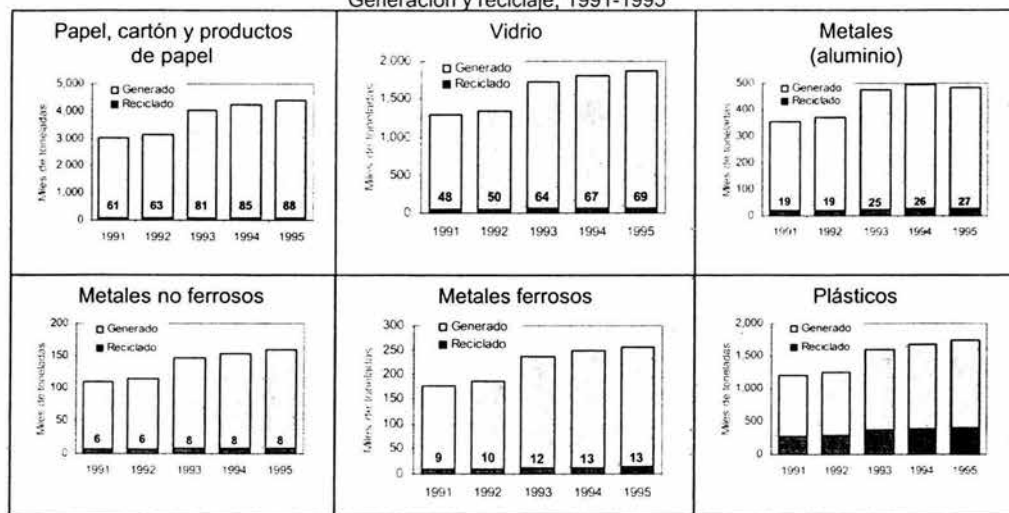
500 mil (INEGI, 1995). En cuanto a los sitios de disposición autorizados en 1992 existían 90 rellenos más, pero que no cumplían con todos los requisitos requeridos por la SEDESOL para ser considerados como tales.

Además de lo anterior, es pertinente señalar que la infraestructura instalada para el tratamiento de los residuos sólidos se ha concentrado en las principales zonas urbanas, como en la Cd. de México, como puede advertirse en la gráfica de la derecha.



En cuanto al reciclaje, actualmente sólo se recicla del 2 al 5% de los residuos generados, lo cual se realiza mediante la participación de los "pepenadores", principalmente durante el proceso de recolección y en los sitios de disposición, orientándose los beneficios de esta práctica a un sector muy reducido de la población que aprovecha la falta de regulación al respecto. A continuación se presenta una serie de gráficos que indican los volúmenes generados de residuos sólidos por tipo y las prácticas de reciclaje que se realizan. Estas corresponden, como en el caso de la sección sobre residuos sólidos a la fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE). Avances en el Desarrollo de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México 1997, la cual remite a las fuentes originales de información.

Generación y reciclaje, 1991-1995



Fuente: INE, SEDESOL 1994. Informe de la Situación en Materia del Equilibrio y la Protección al Ambiente, 1993-1994. Pág. 240.

En el año de 1997, el Instituto Nacional de Ecología, publica la primera edición de un estudio para generar estadísticas de inversión en materia de residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos del país⁽¹³⁾, realizado como un esfuerzo por promover el desarrollo de los sistemas para el manejo de los residuos sólidos municipales, con información confiable y actualizada a escala nacional, que sirviera de base para la estructuración de programas, proyectos y planes estratégicos para el control de éstos en los principales centros urbanos del país.

El estudio citado integra los siguientes elementos de información y análisis:

1. Regionalización de la República Mexicana y definición de las localidades a considerar;
2. Actualización y proyección al año 2010 de la estadística nacional de población para las localidades consideradas;
3. Cuantificación y tipificación de los residuos sólidos municipales generados en las localidades elegidas;
4. Determinación de la carga potencial contaminante de los residuos sólidos municipales en las ciudades seleccionadas;
5. Análisis de gran visión de la vulnerabilidad geohidrológica del medio físico; y
6. Definición de requerimientos de equipos e instalaciones con el propósito de determinar las necesidades de inversión.

Como resultado de este estudio, se replantea la regionalización del país y se divide en cinco regiones como puede verse en la figura de la derecha, para incluir las siguientes:



- Región Fronteriza. Definida dentro de la franja de 100 km hacia el interior de la República Mexicana, a lo largo de la frontera norte con los EUA. Abarca 11 de las ciudades analizadas.
- Región Norte. Conformada por los estados de Baja California, Coahuila, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Baja California Sur, Durango, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas. Contiene 33 ciudades de las comprendidas por el estudio.
- Región Occidente. Que comprende: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Nayarit (22 ciudades).
- Región Centro. Cuyas entidades son: D. F., Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala (34 ciudades).
- Región Sureste. Que abarcará los estados de: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán (18 ciudades).

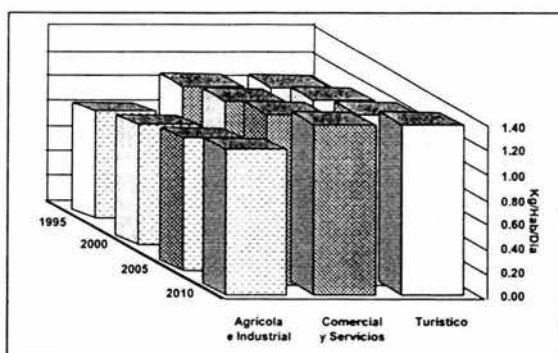
El estudio abarcó las 118 ciudades de mayor importancia en la República Mexicana, tanto desde el punto de vista meramente poblacional, como por las actividades en ellas desarrolladas, para el período 1995-2010.

La evaluación de las tendencias de crecimiento poblacional para las localidades estudiadas, su ubicación regional respectiva, así como la generación per cápita de

residuos sólidos municipales, permitió calcular la generación total por ciudades para los sectores económicos 1) agrícola e industrial, 2) comercial y servicios, y 3) turístico.

Posteriormente se calculó la generación per cápita promedio de todas y cada una de las localidades estudiadas, con el objeto de poder asociar la generación de residuos sólidos con las actividades económicas de cada región, obteniéndose las proyecciones al 2010 que se presentan en la gráfica siguiente.

Generación diaria per cápita de acuerdo a la actividad económica en los próximos 15 años



Conforme al citado estudio, aproximadamente el 77% corresponde a generación domiciliaria y el 33% restante a otras fuentes que incluye a comercios, hospitales, vías públicas e industrias.

Las tendencias de crecimiento de la generación per cápita indican que algunas ciudades incrementarán su generación hasta cerca de un 30%, encontrándose entre ellas las siguientes:

Localidades con mayor generación per cápita para los próximos 15 años (kg/hab/día)

Localidad	1997	2010
Cancún, Q.R.	1.49	1.85
Distrito Federal	1.34	1.74
Monterrey, N.L.	1.27	1.64
Mérida, Yuc.	1.27	1.64
Manzanillo, Col.	1.25	1.58

Por su aportación contaminante, la descomposición de los residuos sólidos genera una DBO para una población aproximada de 50 millones de habitantes, (17.5 millones de toneladas al año de residuos sólidos municipales) un equivalente a la DBO producida por las aguas negras de una población aproximada a 505 millones de habitantes, que es aproximadamente cinco veces la población de la República Mexicana. Es decir, el potencial contaminante de los residuos sólidos es aproximadamente 10 veces superior a la generada por la carga contaminante de las aguas residuales municipales en términos de DBO.

Conforme al mismo estudio, el análisis genérico de las condiciones geohidrológicas del medio físico, efectuado para las diferentes localidades consideradas en el análisis, arrojó en forma preliminar la identificación de 40 localidades que pueden tener en estos momentos problemas graves de afectación de los mantos acuíferos, por la falta de consistencia geohidrológica del subsuelo donde se ubican. Entre ellas se encuentran las siguientes.

Celaya, Aguascalientes, Irapuato, León, Salamanca y Silao. Son poblaciones que se encuentran asentadas en materiales aluviales, lacustres y volcánicos que pueden llegar a conformar acuíferos. Adicionalmente, en algunos casos están afectadas por fallas producidas por la sobreexplotación de acuíferos, lo cual facilita la migración rápida de contaminantes.

Colima y Lázaro Cárdenas. Se ubican próximas a zonas costeras donde existen acuíferos en materiales de relleno con niveles piezométricos someros, por lo que la mala ubicación de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales puede contaminarlos fácilmente.

Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Morelia y Zitácuaro. Se localizan en regiones volcánicas donde afloran rocas permeables, lo cual puede contaminar los acuíferos cuando los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales se ubican sobre dichas formaciones.

Cuernavaca, Toluca, Puebla, San Juan del Río, Querétaro y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se ubican en regiones en donde existen rocas volcánicas con alta permeabilidad.

Mérida y Campeche. Se sitúan sobre calizas con un alto grado de disolución, lo que les proporciona una muy elevada permeabilidad. En estas regiones puede darse fácilmente la contaminación de acuíferos.

Tapachula, Villahermosa, Coatzacoalcos, Poza Rica y Veracruz. Se localizan sobre materiales aluviales, que en la mayoría de los casos son muy permeables y descansan sobre otras rocas también de tipo sedimentario, con capacidad para formar acuíferos.

Chihuahua, Monclova, Torreón, Ciudad Juárez, Gómez Palacio y Monterrey. Son ciudades que se ubican próximas a afloramientos de calizas y de aluviales permeables, por lo que se debe poner especial cuidado en el lugar en donde se ubican sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.

Delicias y Hermosillo. Se sitúan sobre aluviones permeables que conforman acuíferos, en ocasiones con niveles piezométricos profundos; sin embargo, sería importante evaluar la facilidad con que el agua subterránea puede verse contaminada.

Mexicali, Piedras Negras, Nogales, San Luis Río Colorado y Nuevo Laredo. Estas poblaciones se localizan en la franja fronteriza, en donde los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales pueden estar recibiendo residuos industriales peligrosos.

Considerando para todas las localidades una infiltración constante de 150 mm/año y una altura para el relleno también constante de 20 m, se obtiene que para cada uno de ellos se tendría una concentración potencial en el lixiviado (expresada como DBO) de 150 ton/m³, que equivale a una carga orgánica típica de aguas negras semejante a 500,000 habitantes.

Tomando en cuenta la capacidad instalada hasta 1997 para el manejo de residuos municipales y los distintos indicadores de desarrollo, generación per cápita y su evolución para el horizonte 2010 para las localidades consideradas en el estudio, la inversión promedio* requerida por grupo de ciudades es:

- Para localidades pequeñas (menores a 150,000 habitantes)
 - Inversión promedio \$ 4'683,556
 - Por habitante \$ 38.96
 - Por tonelada \$ 123,81

* Costos determinados a la fecha del estudio (1997). Nota del sustentante.

- Para localidades medianas (mayores de 150,000 y menores de 300,000 habitantes)
 - Inversión promedio \$ 7'592,023
 - Por habitante \$ 39.86
 - Por tonelada \$ 122.41
- Para localidades grandes (mayores de 300,000 y menores de 600,000 habitantes)
 - Inversión promedio \$ 15'991,397
 - Por habitante \$ 39.21
 - Por tonelada \$ 127.99
- Para localidades muy grandes (mayores de 600,000 habitantes)
 - Inversión promedio \$ 50'762,469
 - Por habitante \$ 53.19
 - Por tonelada \$ 169.27

Lo anterior proporciona una idea sobre la dimensión del problema y sus repercusiones sobre la calidad del ambiente y los riesgos potenciales para la salud de la población en el caso de no tomarse las providencias necesarias para atenderlo.

6.3 LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Como en el caso de los otros elementos del ambiente, la problemática relacionada con el agua es diversa. Por una parte enfrenta el grave desequilibrio del ciclo hidrológico que no permite conservar su distribución natural conforme a los regímenes climáticos de los que forma parte, debido a la grave manipulación de los bosques y selvas y la cubierta vegetal en su conjunto, la modificación de los cauces y corrientes por los que se distribuye, el inadecuado manejo y desaparición de las zonas de recarga acuífera, el traslado masivo del vital líquido entre cuencas hidrológicas, las crecientes demandas que comprometen la viabilidad de las ciudades y, finalmente, la degradación de su calidad por las características de su manejo, su dispendio y la falta de infraestructura de tratamiento y prácticas de ahorro, recuperación y reuso.

6.3.1 LOS RECURSOS HIDROLÓGICOS DE MÉXICO (14, 15, 16)

El territorio mexicano, situado en la confluencia de las regiones neártica y neotropical y entre dos grandes océanos relativamente próximos entre sí, se ubica en una situación mesocontinental y en el centro de la trayectoria de migraciones florísticas y faunísticas hacia los trópicos. No obstante esta ubicación que supondría altos y generalizados perfiles de temperatura, su perfil orográfico que determina la existencia de elevaciones que en ocasiones superan los cinco mil metros de altura, hace que el territorio se

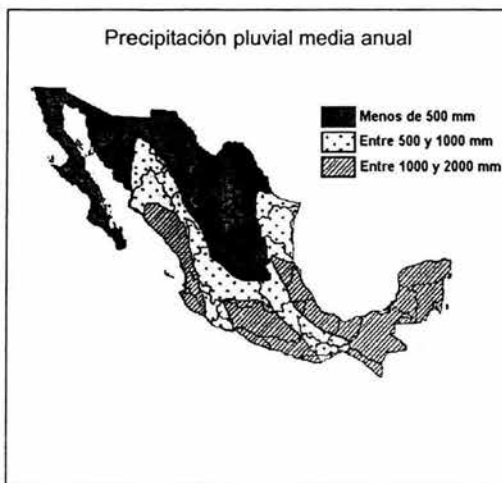


convierta en un mosaico de valles y pendientes con grandes diferencias regionales en cuanto a la precipitación pluvial, a la humedad y en general de climas, provocando por consiguiente, que la disponibilidad de aguas se concentre en el centro y sureste del país. Las grandes elevaciones se convierten en barreras físicas que en el transcurso de los milenios han creado condiciones de aislamiento que provocan la presencia de múltiples tipos de suelo y procesos considerables de especiación. Este fenómeno ha dado por resultado que en el país se reúnan los paisajes más diversos; desde el desierto, la selva y las playas tropicales, hasta las nieves perpetuas y glaciales y se cuente con un alto nivel de endemismos de flora y fauna.

Más del 65% de la superficie de nuestro país es árida o semiárida, y en dicha porción del territorio se presenta apenas el 20% de los escurrimientos, mientras que ahí se asientan las tres cuartas partes de la población del país.

Por otro lado, hay regiones en las que cíclicamente ocurren precipitaciones extremas que ocasionan daños, y otras en las que se presentan sequías extremas igualmente dañinas.

La precipitación media anual en el país es de 780 mm, y su escurrimiento medio anual es de 417 km³ (el 1% del escurrimiento mundial); y la disponibilidad media anual por habitante es de 5,125 m³, aproximadamente el doble del promedio de disponibilidad per cápita a nivel mundial; sin embargo, insuficiente para considerarse un país con disponibilidad natural de agua extraordinaria.



Además, dicha disponibilidad se distribuye espacial y temporalmente en forma irregular, con relación a la localización de los principales asentamientos de los grandes centros urbanos e industriales; por ejemplo, en conjunto, las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey utilizan más del 50% del agua disponible para uso urbano e industrial.

Por otra parte, las demandas se incrementan en general al ritmo de crecimiento de la población y de las actividades productivas, mientras que la oferta del recurso se mantiene relativamente estable, ejerciéndose fuertes presiones tanto a la capacidad natural como a la infraestructura existente y a la disponibilidad de los recursos financieros para mantenerla y aumentarla.

Adicionalmente, aunque hay avances, se siguen presentando patrones ineficientes en las prácticas de uso, aprovechamiento y descarga de agua, lo que ha ocasionado perjuicios que en algunos casos no tienen fácil solución, tales como intrusión salina y hundimiento de terrenos por sobreexplotación de acuíferos; pérdida de la cantidad y calidad de cuerpos de agua superficiales y contaminación excesiva en las principales cuencas del país, lo que afecta negativamente el equilibrio ecológico de diversas regiones.

La protección de la calidad y de los niveles de oferta natural e instalada de este recurso, requieren de la aplicación de enfoques y soluciones integrales, que apoyen el desarrollo sustentable, a través de un manejo y una administración también eficiente y sostenible de los recursos hidráulicos.

En las regiones del Valle de México, Lerma y cuencas cerradas del Norte y Baja California, se extrae actualmente más agua de la que su disponibilidad permite, destacándose la región del Valle de México, que extrae 71% más agua de la que

dispone. En esas regiones se genera más del 65% del producto industrial nacional y se localiza aproximadamente el 50% de la población total del país.

Si se mantiene la misma capacidad de almacenamiento y regulación para atender únicamente el incremento esperado de la demanda, especialmente de los usos agrícolas, industrial y municipal; regiones como las del Balsas y Noroeste, que ahora están en equilibrio, podrían sumarse en sólo diez años a las regiones deficitarias mencionadas anteriormente.

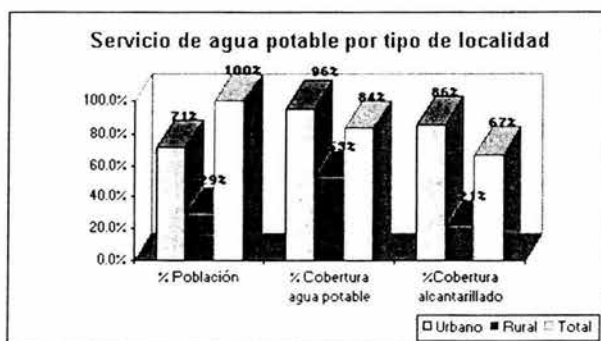
Asimismo las regiones del Bravo, Pacífico Centro, Costa Centro, que ahora mantienen un relativo superávit, se convertirán, en ese mismo lapso, en zonas en las que se tendrá un coeficiente de extracción/disponibilidad que estará en el margen de equilibrio. En uno y otro caso, como sucede ahora en las regiones deficitarias, el desarrollo económico y el nivel de bienestar social empezará a tropezarse con problemas serios y costosos de disponibilidad de agua, si no se plantea y organiza su aprovechamiento regional futuro.

Por otra parte, en las regiones de Golfo Norte, Papaloapan, Pacífico Sur, Istmo, Grijalva-Usumacinta y Península de Yucatán en las que sólo se localiza aproximadamente el 15% de la población, el 10% de la producción agrícola, el 25% del producto industrial y el 19% del PIB, paradójicamente no se observan por ahora problemas graves de disponibilidad. La problemática que enfrentan periódicamente es la de inundaciones y de contaminación puntual.

Más de la mitad del agua potable producida, se consume en menos de cien ciudades grandes y medias, el resto en las otras 156,502 localidades del país.

En las ciudades con más de 50,000 habitantes, por lo general, la cobertura del servicio de agua potable es cercana al 100% y la de alcantarillado de 94%, en promedio.

En las comunidades rurales, sólo 60% y 25% de los habitantes tienen acceso a servicios de agua potable y alcantarillado, respectivamente.



Fuente: Programa Hidráulico 1995-2000

6.3.2 DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES Y CONTAMINANTES

La evaluación de la calidad del agua, iniciada en 1975, con resultados disponibles hasta 1995, indica que al nivel de regiones hidrológicas, los problemas de contaminación más altos (ICA entre 0 y 50%) se encuentran en las regiones hidrológicas números 12a, 18c, 24b y 26b, específicamente en los siguientes cuerpos de agua:

Región hidrológica 12a: los ríos Calvillo, Grande de Morelia, San Pedro, Guanajuato, Los Gómez, Turbio, Lerma, arroyo Mezapa, laguna de Almoloya y el embalse de la presa Niágara. El alto grado de contaminación de estos cuerpos de agua se debe a que en la región se encuentra asentada una cantidad considerable de poblaciones tales como Querétaro, Toluca, León, Morelia, Zamora, La Piedad, Guanajuato, Salamanca, Irapuato y San Francisco del Rincón, entre otras. La actividad

industrial se concentra en el corredor industrial Toluca-Lerma, en las zonas urbano-industriales de Querétaro, del río Grande de Morelia, de Celaya-Salamanca-Irapuato, y en la de León.

Adicionalmente a las descargas de aguas residuales de tipo municipal como industrial, existen descargas de las granjas porcícolas de Abasolo-La Piedad, así como los retornos agrícolas que incorporan importantes cantidades de contaminantes en los cuerpos de agua en los distritos de riego.

Principales cuencas contaminadas de atención prioritaria en México



Fuente: Comisión Nacional del Agua. En: Poder Ejecutivo Federal, Programa hidráulico, 1995-2000, México, 1996.

Región hidrológica 18c: los ríos Zahuapan, Atoyac, Alseseca, San Francisco, Apatlaco, Nexapa y el embalse de la presa Villa Victoria. El alto grado de contaminación de estos cuerpos de agua se debe a que en la región se encuentran ciudades importantes como Puebla, Tlaxcala, Atlixco, San Martín Texmelucan, Izúcar de Matamoros y Chilpa, las cuales se caracterizan por su constante crecimiento urbano y su consecuente descarga de aguas residuales. También existe un importante desarrollo industrial basado principalmente en las industrias automotriz, química, alimentaria y textil, así como actividad agrícola la cual es beneficiada por el distrito de riego Valsequillo.

Región hidrológica 24b: los ríos Pesquería y Talavera, arroyos Ayancual, La Encantada y Topochico, y la laguna La Escondida. El alto grado de contaminación de estos cuerpos de agua se debe a que reciben aguas residuales de poblaciones como Monterrey, Saltillo, Monclova, Sabinas, Chihuahua, Ciudad Camargo, Ciudad Jiménez, Hidalgo del Parral, Delicias, Ojinaga, Ciudad Juárez, Matamoros, Reynosa y Nuevo Laredo, así como de actividades industriales como la petroquímica, química, metal básica, minera no metálica, celulosa y papel, automotriz, alimentos, textil y cemento; además existen descargas de aguas de retorno agrícola.

Región hidrológica 26b: los ríos San Buenaventura, Churubusco, Magdalena, Tula, Los Remedios, Alfajayucan, San Juan, Salado, Tepeji, laguna Los Reyes y el embalse de la presa Constitución de 1917. El alto grado de contaminación se debe principalmente a que en la región se encuentra establecida la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en la cual se concentra cerca de la quinta parte de la población del país y un alto porcentaje de la industria.

En general, los altos índices de contaminación de los cuerpos de agua de estas regiones se deben a que en ellas se encuentran establecidos los principales centros de

población y de desarrollo industrial del país, los cuales drenan, directa o indirectamente, grandes volúmenes de aguas residuales a los cuerpos de agua, los que, debido a los volúmenes tan pequeños que transportan actualmente, no tienen capacidad para asimilar y diluir los contaminantes vertidos. En estos cuerpos de agua se realizan los mayores esfuerzos de control de la contaminación.

Los cuerpos de agua que no presentan problemas de contaminación (ICA entre 70 y 100%) son: el río Piaxtla en la región hidrológica 10; el embalse de la presa Plutarco Elías Calles en la región 12a; los ríos Manialtepec y San Francisco en la región 21; los ríos Atoyac o Verde y Quetzala en la región 20; el embalse de la presa Benito Juárez en la región 22; el río Blanquillo en la región 24b; el río Purificación en la región 25; los ríos Calabozo y Gallinas y el embalse de la presa Emilio Portes Gil en la región 26a; y el río Palizada en la región 30.

La mayoría de los cuerpos de agua presenta una calidad que se considera adecuada para su aprovechamiento, bajo ciertas condiciones de tratamiento, en las diferentes actividades mencionadas (con valores del ICA entre 50 y 70%). Sin embargo, la mayoría muestra una tendencia a incrementar su contaminación, debido al crecimiento de la población y actividades económicas en las poblaciones que descargan sus aguas directa o indirectamente a ellos. Se están atendiendo las necesidades de control de la contaminación en aquellos cuerpos de agua que presentan el mayor grado de contaminación.

Por último, con relación a los agentes contaminantes, se puede afirmar que el principal problema de contaminación de las aguas nacionales superficiales deriva de la presencia de microorganismos patógenos, seguida de la de grasas y aceites, ortofosfatos, sólidos disueltos y sustancias activas al azul de metileno.

A partir de la promulgación en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del cobro de derechos por descargas por la aplicación de la Ley Federal de Derechos (LFD) de 1991 y reformas de 1996 y 1997, se han iniciado importantes proyectos para dar tratamiento a las aguas residuales y reducir los niveles de contaminación de los cuerpos receptores de descargas de agua en el país. Sin embargo, aún cuando se reconoce un importante avance, la evaluación de los resultados alcanzados muestra que es necesario un mayor esfuerzo en la planeación y ejecución de estos programas.

El caudal de aguas residuales descargado por sistemas municipales de alcantarillado se estima en 174 m³/seg, de los cuales sólo 10% reciben tratamiento adecuado. No obstante, con los programas de rehabilitación y construcción de plantas de tratamiento, que se encuentran en proceso, se pretende alcanzar para el año 2000* un porcentaje de tratamiento efectivo del 47% de la descarga nacional.

Por otra parte, se estima que un 92% de la descarga de agua residual de tipo industrial (aproximadamente 80 m³/seg) corresponde a las industrias consumidoras de agua más representativas del país.

En el siguiente cuadro se observa la participación relativa de cada una de estas industrias en el consumo y descarga de agua y de contaminantes.

* La meta al año 2000 se plantea como expectativa teniendo en cuenta la fecha en que fue formulado el documento fuente, el cual, como puede advertirse, remite a la fuente original. Nota del sustentante.

EL BIOLOGO EN LA GESTION AMBIENTAL

Participación (%) de descargas contaminantes por ramas industriales				
Rama	Descarga	DBO = Demanda bioquímica de oxígeno (materia orgánica)	DQO = Demanda química de oxígeno	SST = Sólidos suspendidos totales
Azucarera	42	63	55	66
Papelera	6	5	5	13
Química	23	6	7	6
Alimenticia	2	5	4	4
Bebidas	6	12	13	4
Petrolera	9	3	5	3
Siderúrgica	7	5	5	2
Minería	2	1	5	1
Textil	3	0	1	0

Fuente: Estimación de la extracción, consumo, descargo y carga de contaminantes en nueve ramas industriales consumidoras, por estado y región hidrográfica, Gustavo Ortiz, Juan C. Valencia, Eduardo Donath, Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco, México 1996.

La creciente preocupación por atender los problemas relacionados con las crecientes demandas de abastecimiento de agua, la ineficiencia de la infraestructura de conducción y distribución, así como los procesos de contaminación del recurso, entre otros factores, ha promovido la urgente necesidad de generar tecnología y prácticas tendientes al uso eficiente del agua y a incrementar su disponibilidad.

Esa preocupación se ha agudizado conforme se generaliza la percepción de las consecuencias muy serias que puede tener en un futuro ya próximo, para el desarrollo económico y social de nuestro país, no actuar consistente y aceleradamente en este campo.

- LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA -

Una revisión somera de la información referente a los temas que han ocupado a los investigadores y usuarios de tecnología en este campo durante los últimos años demuestra lo anterior.

AMBITO	TECNICA O PRACTICA	EFFECTO
Redes urbanas	Macromedición	Disminución de volúmenes utilizados
	Micromedición	Disminución de volúmenes utilizados
	Detección y reparación de fugas	Disminución de volúmenes utilizados
Instalaciones intradomiciliarias	Excusados de bajo consumo	Disminución de volúmenes utilizados
	Dispositivos ahorradores	Disminución de volúmenes utilizados
	Retención y almacenamiento de agua de lluvias	Disminución de volúmenes utilizados
Agricultura	Monitoreo de condiciones de suelo y clima	Disminución de volúmenes utilizados
	Medición de radiación neta	Disminución de volúmenes utilizados
	Macromedición y estructuras de aforo	Disminución de volúmenes utilizados
	Disminución de evaporación en embalses	Disminución de volúmenes utilizados
	Disminución de infiltración en conducción	Disminución de volúmenes utilizados
	Control automático de canales	Disminución de volúmenes utilizados
	Riego intermitente	Disminución de volúmenes utilizados
	Sistemas de aplicación de precisión con baja energía (LEPA)	Disminución de volúmenes utilizados
Industrial	Modificación de procesos	Disminución de volúmenes utilizados
Múltiple	Tratamiento y reuso de aguas residuales	Incremento de la disponibilidad
	Recarga de acuíferos	Incremento de la disponibilidad
	Desalación de agua salobre y de mar	Incremento de la disponibilidad

* Fuente: Uso Eficiente del Agua. Editores Héctor Garduño y Felipe Arreguin Cortés. 1994

* Esta fuente es la original que se cita en la segunda fuente y que se integró al presente documento. Nota del sustentante.

Algunas de estas tecnologías o prácticas se están empleando ya, cada vez más extensivamente, aunque la utilización de otras se ha limitado, fundamentalmente por razones de costo. Sin embargo, la escasez de un recurso tan valioso como el agua, y el mismo desarrollo tecnológico están modificando las relaciones entre el valor y el costo del recurso.

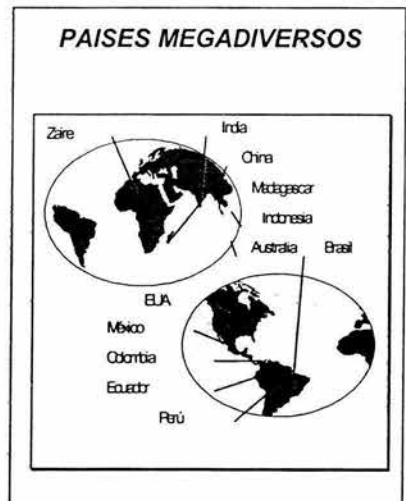
Esto es particularmente cierto en el caso de las medidas para incrementar la eficiencia, tanto en el uso urbano, en donde es posible lograr, con su aplicación, muy altas relaciones beneficio-costos, como en la agricultura, en donde, por ejemplo, se ha reportado que la utilización de los sistemas LEPA puede resultar en eficiencias de utilización del agua superiores al 95%.

6.4 EL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

6.4.1 LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE MÉXICO^{17(*)}

La compleja estructura ecológica de México lo ubica entre los principales países de acuerdo con su extraordinaria diversidad biológica y variedad de ecosistemas.

El país contiene una biodiversidad de significancia mundial que lo coloca entre los cuatro países mejor dotados en plantas con flores, anfibios, reptiles y mamíferos. No obstante que más de cien países se encuentran situados, parcial o totalmente, en los trópicos, solamente alrededor de doce representan aproximadamente el 65% de la diversidad biológica del planeta. En particular, junto con Brasil, Colombia, Indonesia, China y Australia, México es de los lugares con mayor riqueza de flora, fauna y endemismos.



La vegetación natural, expresión sintética de los factores ambientales, se ha desarrollado en México para incluir desde las selvas perennifolias de los Chimalapas o

* Las figuras, cuadros y cifras reportadas en el presente subtema corresponden a la siguiente fuente: Programa de Conservación de Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. México 1997-2000. Esta remite a las fuentes originales. Nota del sustentante.

Lacandonia, que reciben de dos a cinco mil milímetros de precipitación pluvial al año, hasta desiertos entre los más secos del mundo ubicados en Sonora y Baja California.

Las selvas tropicales húmedas que se asentaban desde extremos septentrionales en Tamaulipas y San Luis Potosí, descendían por la vertiente del Golfo hasta el extremo sur de la costa del Pacífico y la frontera con Guatemala.

De acuerdo con los regímenes pluviales y con el tipo de suelos, la vegetación tropical en México se ha adaptado para dar origen a los bosques tropicales subperennifolios, a las sabanas, las selvas caducifolias y a las selvas bajas espinosas. Conforme se llega a niveles de precipitación pluvial más bajos, la vegetación xerófito predomina y encuentra puntos clímax de diversidad en el mundo, como por ejemplo, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán entre Puebla y Oaxaca.

La topografía, latitud y vientos oceánicos definen la existencia de bosques mesófilos en la ceja de las sierras expuestas a la influencia del Golfo de México y del Océano Pacífico; o bien, de grandes macizos de bosques de coníferas o encinos en las partes altas de las montañas y del altiplano.

En lo más elevado del Eje Neovolcánico, se encuentran las nieves perennes y los zacatonales o páramos.

Los hábitat acuáticos y costeros se añaden a la riqueza ecológica del país: lagunas, pantanos y manglares se integran a complicados sistemas ribereños, los cuales, no sólo constituyen los ambientes biológicamente más productivos, sino que extienden importantes volúmenes de nutrientes a los océanos, que permiten la vida de incontables cadenas tróficas marinas.

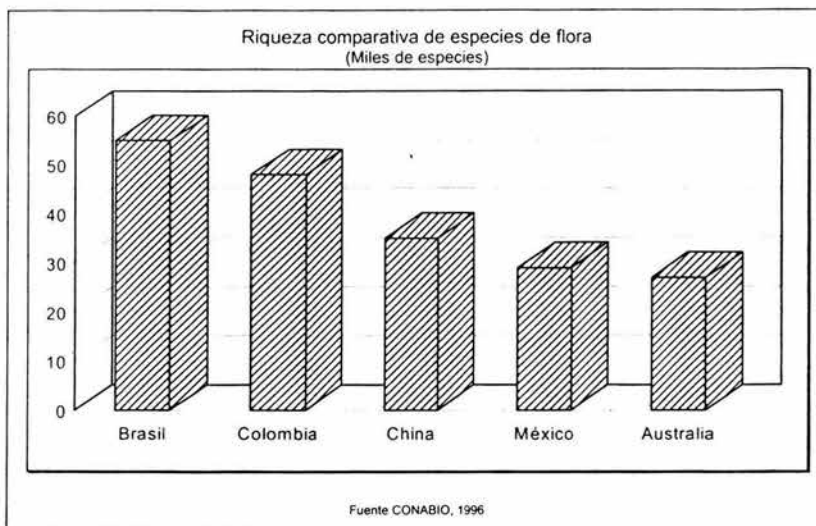
- EL IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA -

Biodiversidad en México, 1996
(número de especies)

	Mundial	México	Endémicas
Plantas con flores	250,000	21,600	9,300
Libélulas	5,600	353	40
Mariposas diurnas	19,238	1,816	200
Peces de agua dulce	8,411	506	163
Peces marinos	13,312	1,738	~260
Anfibios	4,019	295	174
Reptiles	6,492	705	368
Aves	9,000	1,060	111
Mamíferos	4,154	466	136

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1995.

En México la cobertura vegetal forestal abarca aproximadamente 141 millones de hectáreas, de las cuales 34 millones son arboladas, distribuyéndose cerca de la mitad en áreas templadas y la otra mitad en áreas tropicales; aunque en realidad, los macizos forestales abarcan menos de 20 millones de hectáreas, tratándose el resto de áreas segmentadas y perturbadas, o de bosques muy abiertos.



Los bosques templados existentes en el país son de los más diversos del planeta y cuentan, al menos, con 55 especies de pinos y con 138 especies de encinos, de las cuales, son endémicas el 85% de las primeras y el 70% de las segundas.

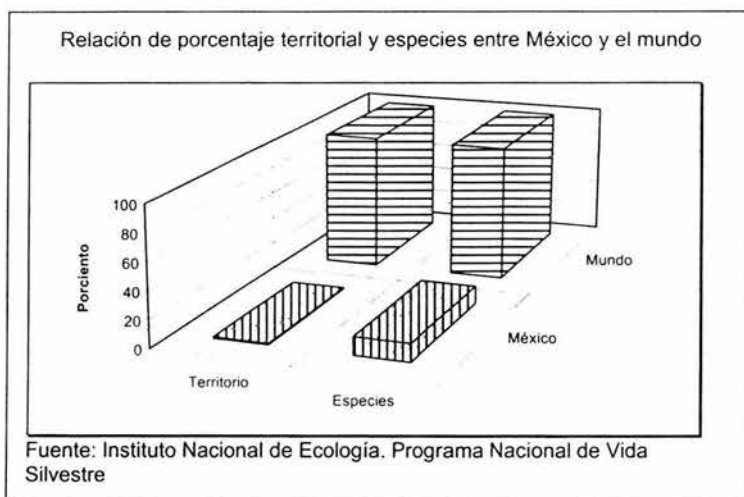
A ello se suma el aporte de los desiertos que albergan, entre otras plantas, la mayor variedad de cactáceas del mundo, muchas de las cuales también son endémicas de nuestro territorio.

México cuenta con 21,600 especies de plantas con flores (angiospermas), lo cual, representa cerca del 9% del total conocido de este tipo de especies en el mundo y lo ubica en el cuarto sitio dentro de este rubro a escala mundial.

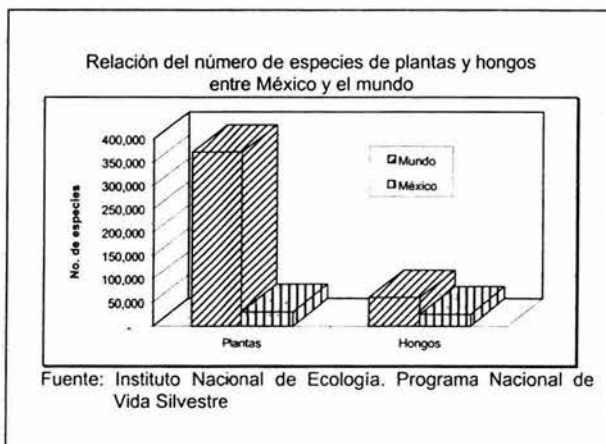
IZT.



**UNAM-FES
IZTACALA**



Al incluir los helechos, los musgos, líquenes y hongos, esa cantidad podría alcanzar las 29 mil especies. Se estima, además, la existencia de 1,500 especies de algas macroscópicas, de 2,000 especies de briófitas y 1,000 especies de pteridófitas. En total, se considera que el número de especies descritas de manera científica existentes en el país es de 33,500.



Los endemismos florísticos son a su vez muy abundantes: más de 300 géneros de especies fanerógamas son endémicas. Es de particular interés resaltar que la mitad de las especies de frijol (*Phaseolus* spp.) del mundo, el 82% de las especies de agaves (*Agave* spp.), el 88% de las de salvia (*Salvia* spp.) y el 75% de las especies de escutelarias sólo existen en México.

Todo ello sin considerar la gran diversidad y riqueza de géneros como cactáceas, orquídeas y la variedades silvestres del género *Zea*.

Riqueza de especies de vertebrados* por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	No. de especies	Endémicas**
Bosque de coníferas	294	18
Bosque de encino	332	19
Bosque mesófilo de montaña	298	38
Bosque tropical perennifolio	217	9
Bosque tropical caducifolio	253	10
Bosque tropical subcaducifolio	194	7
Bosque espinoso	145	4
Matorral xerófilo	250	36
Pastizal zacatonal	26	0
Vegetación acuática y subacuática	56	4
Bosque secundario	204	3
Pastizales inducidos y cultivos	112	2

Fuente: Flores y Gerez

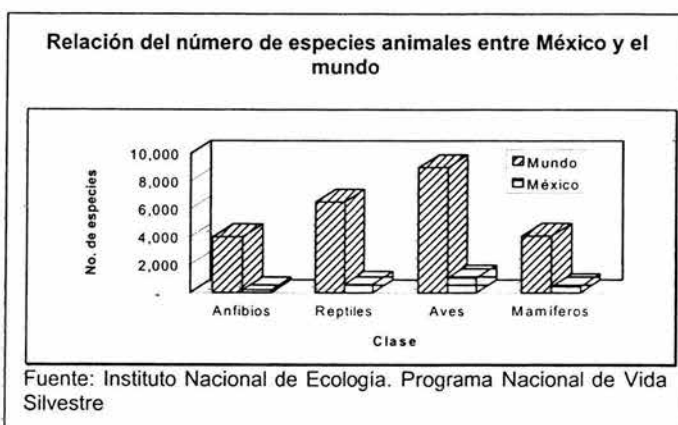
* Anfibios, reptiles, aves y mamíferos

** Especies endémicas restringidas al tipo de vegetación.

La biodiversidad florística está correlacionada a su vez con una diversidad faunística similar, pues las plantas son el sustrato básico de la pirámide viviente.

México es el país con mayor diversidad de reptiles del mundo, ocupa el segundo lugar en cuanto a diversidad de mamíferos y el cuarto sitio en existencia de anfibios. Además de esta riqueza faunística con que cuenta el país, registra importantes endemismos: de las 705 especies de reptiles, de las 295 de anfibios y de las 466 de mamíferos existentes, 368, 174 y 136 respectivamente, son especies endémicas.

Tanto en especies residentes como migratorias, la avifauna en el país es particularmente rica: existen 1,060 especies de aves de las 9,000 registradas a escala mundial. En general, la fauna de vertebrados terrestres está integrada aproximadamente por 2,300 especies, de las cuales 1,257 son endémicas de Mesoamérica y, de éstas, más de 600 lo son de México. La herpetofauna mexicana es igual de variada. Se han identificado 705 especies de las 6,492 registradas, 368 son también endémicas de nuestro país. México ocupa el décimo lugar mundial en mariposas de la familia Papilionidae, con 52 especies de las 1,012 registradas, además de las 1,816 especies de mariposas diurnas.



La riqueza ecológica de la nación ofrece funciones vitales que pueden identificarse como una corriente de bienes y servicios ambientales, en donde se incluyen, entre otros, los siguientes:

- hábitat para especies de flora y fauna
- regulación en la composición química de la atmósfera
- regulación del clima
- protección de cuencas
- captación y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas
- protección costera
- protección contra la erosión y control de sedimentos
- generación de biomasa y de nutrientes para actividades productivas
- control biológico de plagas y enfermedades
- mantenimiento de la diversidad biológica y del patrimonio genético de la nación
- funciones productivas directas en términos de recursos y materias primas
- recreación y turismo
- valores escénicos y paisajísticos
- campos para la investigación científica y tecnológica
- continuidad de procesos evolutivos

6.4.2 DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES*

En la actualidad el 70% del territorio nacional se ve afectado por la desertificación. Se ha perdido más del 50% de la cubierta vegetal original del país, con la consecuente reducción del hábitat.

Número de especies extintas en México de 1600 a la fecha

Grupo	Número de especies extintas	Principales causas
Plantas superiores	11	Destrucción de hábitat
Peces (dulceacuicolas)	16	Destrucción de hábitat, predadores y sobreexplotación
Anfibios y reptiles	2	Destrucción de hábitat e hibridación con otras especies
Aves	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas
Mamíferos	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural.

Grupo y número de especies en riesgo

Grupo	En peligro	Endémicas en peligro	Amenazadas	Endémicas amenazadas	Raras	Endémicas raras	Protección especial	Endémicas protección especial
Mamíferos	32	13	31	87	47	44	11	0
Aves	30	20	84	28	122	6	8	3
Reptiles	13	3	40	71	84	224	29	13
Anfibios	1	6	7	34	38	97	2	14
Peces	10	49	10	51	5	15	0	0
Invertebrados	10	11	11	0	0	0	18	1
Plantas	56	66	159	168	186	219	31	12
Hongos	10	0	9	0	28	0	6	0

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural.

* Idem a la nota anterior.

Sobre el territorio nacional, su notable biogeografía y diversidad, han dejado huellas profundas procesos socioeconómicos ancestrales y recientes. La agricultura y la ganadería han mediado las transformaciones ambientales más importantes en México, constituyéndose con el tiempo en las actividades económicas con el impacto ambiental de mayor alcance territorial. La ganadería extensiva y la agricultura itinerante de subsistencia, el crecimiento urbano desorganizado, y la aplicación de modelos tecnológicos poco apropiados a la diversidad natural del país, explican en gran medida la transformación a gran escala de ecosistemas, sobre todo en áreas tropicales, áridas y semiáridas, y con mayor intensidad a partir de la segunda mitad del siglo XX, en el contexto de ciertas experiencias agrarias, proyectos regionales de desarrollo agropecuario, procesos de colonización formal e informal, y de rápida expansión demográfica.

Estas experiencias y procesos hoy se reconocen como fuerza subyacente a una deforestación extraordinariamente costosa en términos ecológicos y cuestionable en su redituabilidad social. La ausencia de oportunidades ante la destrucción de los recursos naturales, ha marcado la vida campesina, y provocado que la actividad empresarial en el sector primario presente graves deficiencias, alimentando una competencia frecuentemente tensa por recursos naturales cada vez más escasos.



Así, México ha sufrido una de las tasas de deforestación más altas del mundo, que se estiman entre 300 mil y 1 millón de hectáreas anuales; un área forestal boscosa equivalente a entre una y tres veces al total del territorio de Tlaxcala. Nuestro país ha

perdido más del 95% de sus bosques tropicales húmedos (incluyendo selvas perennifolias y bosques mesófilos), más de la mitad de sus bosques templados, y un porcentaje difícil de cuantificar de sus zonas áridas y desiertos naturales, pero que sin duda rebasa a la mitad del acervo original. Mención aparte merece la desaparición de humedales, especialmente de manglares, que aunque su superficie es pequeña en relación con otros ecosistemas, su productividad biológica los hace altamente importantes. Estos han ido cediendo terreno a desmontes y rellenos para actividades agropecuarias, a proyectos de camaronicultura, y a alteraciones como resultado del desarrollo urbano y de la creación de infraestructura.

La pérdida de los ecosistemas es aún más preocupante al reconocer que la riqueza biótica de México no ha sido comprendida o evaluada; el ejemplo más relevante es el de los bosques tropicales, cuya diversidad y productividad no tienen paralelo; encierran el mayor patrimonio genético y el más grande tesoro biológico del planeta. Sin embargo, son tremendamente frágiles y difíciles de reconstituir; incluso, puede hablarse de no renovabilidad, lo que puede implicar la pérdida irreversible de recursos y de especies.

Tales experiencias y procesos que explican la eliminación y perturbación a gran escala de los ecosistemas naturales del territorio nacional son, en buena parte, expresión de la peculiar configuración institucional, jurídica y política que prevaleció históricamente durante la época posrevolucionaria en el campo mexicano. Con las modificaciones realizadas en 1992 al Artículo 27 constitucional y a la legislación agraria, se trasladan múltiples decisiones, antes bajo control estatal, a los productores rurales o que abre nuevas perspectivas a la generación de políticas de conservación y restauración ecológica.

El modelo tecnológico campesino presenta una racionalidad productiva que basa la renovación de sus sistemas en la regeneración natural de la cubierta vegetal, perspectiva totalmente inviable ante la presión sobre los recursos naturales que prevalece actualmente. No obstante esto, debe reconocerse la importancia del conocimiento campesino, el cual tiene un gran potencial para el diseño de sistemas productivos, integrales y diversificados, adecuados al mosaico ecológico del país.

Cabe recordar que en México el uso de plaguicidas se ha incrementado notablemente durante los últimos 30 años, ya que en 1960 se registró un uso de 14 mil toneladas y hacia 1990 este valor se elevó a 60 mil toneladas, con una tasa de incremento anual del 5%.

Por otra parte, la sobreutilización de los mantos freáticos para fines de riego es una constante en varios de los 77 distritos que existen en el país, provocándose el agotamiento, la salinización de los suelos y la contaminación del agua con sustancias tóxicas, como es el caso de la Laguna, Valle de Mexicali, Hermosillo y Santo Domingo.

También, el lavado de nutrientes en los suelos o lixiviación están provocando la pérdida de la fertilidad natural, sobre todo en las zonas tropicales donde se manifiestan altas precipitaciones pluviales, se estima que el 15% de los suelos del país presentan este problema.

Un problema no menor asociado al monocultivo extensivo es aquel que se refiere a la pérdida de germoplasma, ésto se debe a que con la introducción de variedades agrícolas mejoradas de alto rendimiento se suplanta a la diversidad de variedades locales lo que a la postre provoca su desaparición y con ello la información genética y el conocimiento asociado.

Sin embargo, debe advertirse que gracias a la enorme productividad de este modelo altamente tecnificado ha sido posible evitar una apertura mayor de la frontera agrícola, pero que puede estar llegando a su límite de desarrollo, tanto en función del impacto ambiental como por una creciente ineficiencia por el alza en los costos de insumos y energía.

En materia forestal, debe apuntarse que los bosques de México ocupan el tercer lugar de América Latina por su extensión; el 70% de estos se localizan en zonas templadas y tierras altas, enclavados en las principales cordilleras y el resto son bosques tropicales de las zonas bajas en el sureste y sur del país.

Sin embargo, todas las áreas boscosas ocupan ya menos de la quinta parte del territorio nacional, y se calcula en la actualidad una superficie de menos de 34 millones de hectáreas cubiertas por bosques templados, tropicales altos y medianos y tropicales secos o selvas bajas, aunque, en esta superficie deben considerarse amplias áreas fragmentadas, abiertas o con distinto grado de perturbación.

La producción forestal ha mostrado en México una tendencia irregular, siguiendo un descenso pronunciado desde 1987, existiendo un déficit permanente de materia prima para la producción de papel. De un monto histórico de unos 10 millones de m³ anuales, la producción nacional ahora sólo alcanza los 7 millones de m³ anuales.

El aprovechamiento forestal en los bosques tropicales es escaso, pudiéndose afirmar que la actividad forestal en estas áreas es una práctica básicamente extractiva y concentrada en algunas especies y sus derivados; el cultivo forestal a través de plantaciones es aún de muy poca importancia.

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

Superficie de bosques y selvas en México
(No incluye selvas bajas)

Entidad	Bosques*	Selvas altas y Medianas	Total	%
Total México	25.51	8.68	34.19	100
Chihuahua	4.95	0	4.95	14.5
Durango	3.95	0	3.95	11.5
Jalisco	2.41	0.13	2.54	7.4
Oaxaca	1.87	0.43	2.30	6.30
Guerrero	1.77	0.21	1.98	5.8
Michoacán	1.55	0.29	1.84	5.8
Sonora	1.41	0	1.41	4.1
Sinaloa	1.02	0.72	1.74	5.1
Campeche	0	2.46	2.46	7.2
Quintana Roo	0	1.57	1.57	4.6
Chiapas	1.17	1.63	2.80	8.2
Veracruz	0.27	0.54	0.81	2.4
Otros	5.24	0.70	5.94	1.7

*Millones de hectáreas

Fuente: Elaboración con datos del Inventario Nacional Forestal de Gran Visión. (SARH, 1994).

La problemática productiva y ecológica del sector forestal ha estado asociada a la indefinición de la propiedad y a imprecisiones jurídicas sobre los derechos de utilización.

La falta de instituciones que valoricen y regulen el acceso a los bosques y la ausencia de mecanismos adecuados de asociación entre propietarios e inversionistas ha contribuido al decaimiento de la actividad. La falta de valoración y de opciones productivas, en el marco de indefinición de derechos y de incertidumbre, se ha resuelto

en cambios sistemáticos de uso del suelo en favor de la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano.

A esto se asocia la sobreexplotación de los recursos por parte de empresas madereras cuya actuación no ha sido regulada satisfactoriamente y que, en la mayor parte de los casos, no han asumido su responsabilidad en la renovación de los recursos forestales.

En términos generales, los procesos de expansión agropecuaria han planteado, además de la deforestación y destrucción de ecosistemas, una serie de problemas de enorme relevancia en su relación con los ecosistemas del territorio nacional, que pueden resumirse de la forma siguiente:

- La erosión, que afecta cerca del 80% del territorio nacional. De un total de 195.8 millones de hectáreas, 154 millones padecen algún grado de erosión, y de éstas, 30 millones están ya erosionadas en un nivel severo o muy severo. Buena parte de las tierras de mal temporal se ubican en pendientes abruptas y después de 2 ó 3 años de cultivo se abandonan o se convierten en pastizales para ganadería extensiva.
- El uso excesivo de agroquímicos ha contaminado las principales cuencas hidrológicas del país, los suelos y las aguas subterráneas. Debe observarse que la agricultura utiliza cerca del 80% de los recursos hídricos totales de México.
- La baja productividad característica del sector rural se correlaciona claramente con los niveles extremos de pobreza que predominan particularmente en las zonas sur, sureste y oriente del país, estableciéndose un círculo de pobreza, y conductas de supervivencia que impactan de manera extensiva sobre el capital ecológico de la nación.

DIRECTRICES Y PROGRAMAS INSTITUCIONALES

Una constante en los últimas décadas, especialmente a partir de los años 70, ha sido la creciente preocupación por las consecuencias del denominado “desarrollo” sobre el estado general del medio ambiente.

Durante mucho tiempo, especialmente durante el periodo de reconstrucción social, política y económica, posterior a la segunda guerra mundial, el desarrollo se concentró en la recomposición y fortalecimiento de la industria, lográndose importantes avances en materia de ciencia y tecnología, sin embargo, todo ello se dio al margen de consideraciones ambientales, posiblemente debido a que la capacidad de asimilación del medio aún no se veía tan seriamente amenazada o bien obedecía a la falta de conciencia sobre las consecuencias que la contaminación ambiental, expresada a través de la introducción de sustancias químicas peligrosas al aire, agua, suelo, subsuelo, mantos freáticos y aún en la cadena trófica, pudiera poner en riesgo la subsistencia del hombre.

Durante mucho tiempo los recursos naturales se percibieron infinitos y bajo esa perspectiva el aprovechamiento de los recursos forestales, el suelo, el agua, los combustibles fósiles y los recursos minerales se utilizaron irracionalmente, provocando no únicamente su agotamiento, sino el empobrecimiento general del planeta, al dejar expuestos los suelos, después de retirar la cubierta vegetal, a la acción del viento y el agua, propiciando la destrucción del hábitat de especies de flora y fauna que, entre otros factores, han contribuido a la desaparición de especies de plantas y animales en México y en el mundo.

Los primeros intentos por organizar el desarrollo social y económico en torno a consideraciones ambientales se dieron en Estocolmo, Suecia, en 1972, en la denominada Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, conferencia a través de la cual se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En esta conferencia se incorporó a la Carta de la ONU el derecho del individuo a gozar de un ambiente sano y se dio inicio al concepto de ecodesarrollo, según el cual, todo proyecto de desarrollo económico debía integrar la variable ambiental.

Por ese entonces, varios países, entre ellos México, dieron inicio a la formulación de políticas públicas que al reconocer la influencia del desarrollo industrial, el transporte y las características de urbanización, trascendieron la etapa del sanitarismo que en el caso de México se había orientado a la introducción de sistemas de agua potable, drenaje y alcantarillado sanitario y el control de plagas y enfermedades, particularmente algunas endémicas de las zonas tropicales tal como el paludismo.

Hasta antes de 1982, en México las tareas ambientales se concentraban en la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, adscrita en ese entonces a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en la cual se formularon las primeras políticas, lineamientos institucionales, así como leyes y reglamentos entre las cuales destacan, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la contaminación Ambiental, promulgada el 23 de marzo de 1971, el Código Sanitario que introduce preceptos para proteger la atmósfera, agua, suelo, mar territorial, medio urbano, centros de trabajo, regulación sobre radiaciones ionizantes, electromagnéticas, sustancias radioactivas y químicos tóxicos y peligrosos, así como diversos reglamentos como el de la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la emisión de Humos y Polvos, Prevención y Control de la Contaminación del Agua, etc.^(10 op. cit.)

Sin embargo, diversas atribuciones se encontraban dispersas entre instituciones del sector público y entre los distintos niveles de gobierno, federal, estatal y municipal, situación que al instituirse el Sistema Nacional de Planeación y al organizarse la administración pública a partir de 1982 vinculando el sector ambiental como parte de la estrategia de gobierno, el Ejecutivo Federal incorporó al manejo y administración de los programas ambientales la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 1982-1992), cuyas atribuciones, con más o menos modificaciones, se han trasladado desde entonces a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL-1992-1994), Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP 1994-2000) y, actualmente, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2000-).

En esta breve retrospectiva pueden ubicarse los orígenes del ambientalismo en México que, a la fecha, ha constituido su referente para el desarrollo de políticas públicas y su vinculación en el contexto internacional.

En el marco del Programa Nacional de Medio Ambiente 1995-2000, los principales lineamientos establecidos incluían las siguientes áreas:

1. Áreas naturales protegidas. Instrumento crítico para la protección de la biodiversidad y el mantenimiento de un gran número de funciones ambientales vitales y para definir nuevos parámetros e instituciones para un desarrollo regional sustentable.
2. Regulación directa de vida silvestre. Es un instrumento para el manejo adecuado de flora y fauna, para garantizar la permanencia de especies endémicas o en peligro de extinción y para regular y promover su comercio y aprovechamiento adecuados, adoptando criterios y lineamientos técnicos rigurosos y científicamente sustentados, que permitan hacer compatible el aprovechamiento con la conservación.

3. Ordenamiento ecológico del territorio. Es un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional.
4. Evaluación de impacto ambiental. Es una herramienta para generar información ambiental, y un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo y beneficio social en cada proyecto de desarrollo. Permite proponer medidas técnicas para minimizar los costos o ampliar los beneficios de tal manera que el balance ambiental de un proyecto resulte lo más favorable posible.
5. Estudios de riesgo. Instrumento de carácter preventivo vinculado al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, cuando se trata de nuevos proyectos.
6. Normas oficiales mexicanas. Son instrumentos regulatorios para adecuar las conductas de agentes económicos a los objetivos sociales de calidad ambiental.
7. Regulación directa de materiales y residuos peligrosos y riesgo. Es un sistema de permisos, autorizaciones y manifiestos que se diseñan específicamente para cada caso particular y que están previstos en la legislación.
8. Regulación directa de actividades industriales. Sistema de Licencias de Funcionamiento contempladas en los reglamentos correspondientes. Se establecen condiciones particulares de operación industrial con el fin de regular y minimizar las emisiones a la atmósfera de manera específica y de recabar información indispensable para la construcción de inventarios.

9. Autoregulación. Instrumento de política ambiental que rebasa las obligaciones formales de quienes se incorporan en estos esquemas, más allá de la normatividad vigente o que cubre lagunas en los sistemas obligatorios de regulación.
10. Auditoría ambiental. Procedimiento de revisión exhaustiva de instalaciones, procesos, almacenamientos, transporte, seguridad y riesgo, entre otros aspectos, que permiten definir planes de acción con plazos determinados, las obras, reparaciones, correcciones, adquisiciones y acciones necesarias emanadas del dictamen de la auditoría, estén o no normadas, para finalmente ser firmadas entre la autoridad y el empresario, y garantizar su cumplimiento mediante fianza.
11. Instrumentos económicos. Instrumentos para corregir externalidades del proceso económico que equivalen a lograr que quienes generan costos a daños ambientales los asuman, lo cual puede lograrse a través de diferentes medios, como el establecimiento de regulaciones y su aplicación coercitiva, el convencimiento y la cooperación. La internalización de costos ambientales por medio de instrumentos económicos, tiene como propósito que los agentes reciban señales adecuadas desde el sistema de precios e incorporen entre sus objetivos o funciones de bienestar, motivaciones permanentes para hacer un manejo sustentable de los recursos naturales y para reducir la generación de contaminantes y residuos y con ello, los efectos ambientales negativos inherentes
12. Criterios ecológicos. Plantean metas u orientaciones generales que deben de seguir ciertos procesos o actividades en términos de la política ambiental del país.

13. Información ambiental. Instrumento que favorece el proceso de entendimiento y conocimiento de variables y procesos relevantes, para coadyuvar a modificar conductas sociales con un sentido de sustentabilidad.
14. Educación e investigación. Proceso por el cual las sociedades transmiten de una generación a otra la herencia cultural indispensable para cumplir objetivos de supervivencia y bienestar, y para perseguir destinos que cada colectividad formula para sí misma.
15. Convenios, acuerdos y participación. Instrumentos de gestión de la política ambiental en los que participan activamente ciudadanos o sectores organizados de la población, tanto instituciones académicas y grupos de interés como organismos no gubernamentales.
16. Verificación, control y vigilancia. Son procedimientos por los cuales se verifica el cumplimiento del marco regulatorio ambiental.

En el marco de tales instrumentos, el sector ambiental ha desarrollado diversos programas de alcance nacional entre los que pueden citarse los siguientes:

- ♦ Programa Nacional de Medio Ambiente 1995-2000.
- ♦ Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural.
- ♦ Programa Nacional de Areas Naturales Protegidas.
- ♦ Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México. 1996-2000.
- ♦ Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

Entre los instrumentos que mayor desarrollo han obtenido se pueden citar: la evaluación del impacto ambiental y el análisis de riesgo, la auditoría ambiental, el desarrollo normativo, la regulación de los materiales y residuos peligrosos y la regulación de actividades industriales.

A partir de 1996, debido a la poca atención que se había dado a los impactos relacionados con afectaciones al suelo por el manejo de sustancias químicas tóxicas o peligrosas, principalmente plaguicidas, hidrocarburos, metales pesados y sustancias corrosivas o reactivas, la entonces SEMARNAP a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente desahogó a través de procedimientos técnico-administrativos enmarcados en las disposiciones jurídicas emanadas de la LGEEPA y del Reglamento Interior de esa Secretaría, la demanda social para la restauración de suelos contaminados, abriendo espacios de oportunidad para un mercado emergente en ese campo.

En el ámbito internacional, México ha suscrito diversos convenios bilaterales con los países de su región fronteriza y a escala multilateral con diversas regiones económicas, con el propósito de incorporar en su agenda nacional, los compromisos que derivan de su interrelación política, social, económica y tecnológica con otros países del orbe. Entre otros, pueden citarse los siguientes:

- **CONVENIO SOBRE LA PREVENCION DE LA CONTAMINACION DEL MAR POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS.** Publicado en el Diario Oficial del día 16 de julio de 1975. Las Partes Contratantes promoverán individual y colectivamente el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino, y se comprometen especialmente a adoptar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro

para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina, reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar.

- PROTOCOLO RELATIVO A LA INTERVENCION EN ALTA MAR EN CASOS DE CONTAMINACION DEL MAR POR SUSTANCIAS DISTINTAS DE LOS HIDROCARBUROS, 1973. Publicado en el Diario Oficial del 19 de mayo de 1980.
- CONVENIO SOBRE COOPERACION PARA LA PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA. Publicado en el Diario Oficial del 22 de marzo de 1984. Sus objetivos fueron los de establecer las bases para la cooperación en la protección, mejoramiento y conservación del medio ambiente y los problemas que lo afectan, así como acordar las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación en la zona fronteriza, proveyendo un marco para el desarrollo de un sistema de notificación para situaciones de emergencia.
- CONVENIO DE BASILEA SOBRE EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACION. 1989. Para el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.
- PROTOCOLO DE MONTREAL RELATIVO A LAS SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO. - (Publicado en el Diario Oficial el 12 de febrero de 1990).
- CONVENIO SOBRE LA PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA ZONA FRONTERIZA. Firmado en Belmopán, Belice el 20 de septiembre de 1991. Acuerdo de cooperación en las tareas de protección y mejoramiento ambiental y en las de conservación de los recursos naturales en la zona fronteriza, sobre las bases de igualdad, reciprocidad y beneficio mutuo y de

conformidad con sus respectivas leyes, reglamentos y políticas nacionales en la materia.

- CONVENIO INTERNACIONAL RELATIVO A LA INTERVENCION EN ALTAMAR EN CASOS DE ACCIDENTES QUE CAUSEN UNA CONTAMINACION POR HIDROCARBUROS.
- PROTOCOLO RELATIVO A LA COOPERACION PARA COMBATIR LOS DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LA REGION DEL GRAN CARIBE. Las Partes Contratantes cooperarán dentro de sus posibilidades, en la adopción de todas las medidas, tanto preventivas como correctivas, que sean necesarias para proteger el medio marino y costero de la Región del Gran Caribe, particularmente las zonas costeras de las islas de la región, contra los incidentes de derrame de hidrocarburos.

ASPECTOS NORMATIVOS

Capítulo

8

Según se ha indicado en el capítulo precedente, la política ambiental mexicana data de hace aproximadamente treinta años, durante los cuales ha remontado de manera concomitante con el desarrollo económico, tecnológico y social de México y del mundo, diversos estadios en los que la sociedad ha participado de manera creciente.

Así, como se menciona en el capítulo anterior, en tanto que los impactos del desarrollo industrial de la posguerra se acumularon hasta que en 1972 se les diera la importancia en el seno de la ONU con el fin de prevenirlos en la implantación de los proyectos domésticos, es indudable que para entonces, la sociedad percibía ya la necesidad de vincular el proceso económico a la urgencia de proteger la naturaleza.

Las fronteras conceptuales que regían el desarrollo económico con la conservación de la naturaleza constituían un espacio dicotómico ante un estado de derecho que, al no reconocer en el nivel jurídico la potestad ciudadana a gozar de un ambiente menos agresivo para la salud pública y más sustentable en el largo plazo, dejaba en libertad de acción el ejercicio de reproducir la acción económica a expensas de un uso irracional de los recursos naturales y un elevado impacto sobre la calidad del ambiente.

En razón de ello, la única posibilidad de que tal confrontación conceptual y factual tuviera un acercamiento, debería provenir de un compromiso social y de la incorporación en el ámbito institucional de políticas que incorporaran los costos ambientales en la etapa de prevención, control y mitigación, a un cuerpo jurídico que introdujera orden a la

interacción del hombre con el ambiente y modificara gradualmente las conductas sociales y las de los agentes productivos.

Con la formulación de la LGEEPA y sus reglamentos, México dio un paso sustantivo para la implementación de los compromisos internacionales que surgieron a partir de 1972 en Estocolmo, se confirmaron en 1982 en Nairobi, Kenia, y ampliaron en la denominada "Cumbre de la Tierra", celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, en particular, en lo relativo a la suscripción de la Agenda XXI.

Si bien con la promulgación de la LGEEPA se define el marco legal que compete a los asuntos ambientales, la estructura jurídica emanada de la Constitución y las disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, según la cual se distribuyen las competencias del Ejecutivo para llevar la conducción general de gobierno, determina la concurrencia de leyes, reglamentos y normas complementarias, de las cuales, a continuación se presenta un listado, que de ninguna manera es necesariamente completo, en virtud de la diversidad de asuntos que convergen con los aspectos de la política ambiental.

LEYES

- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. (Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988)
- LEY DE AGUAS NACIONALES. (Publicado en el D.O.F. de fecha 1 de diciembre de 1992).
- LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS. (Publicada en el D.O.F. de fecha 21 de julio de 1993).
- LEY DE CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA. (Publicada en el D.O.F. de fecha 6 de julio de 1946).

- LEY GENERAL DE SALUD. (Publicada en D.O.F. de fecha 7 de febrero de 1984).
- LEY FORESTAL. (Publicado en el D.O.F. de fecha 22 de diciembre de 1992 con reformas publicadas en el D.O.F. de fecha 20 de mayo de 1997.)
- LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. (Publicada en el D.O.F. de fecha 3 de julio de 2000).
- LEY FEDERAL DE METROLOGIA Y NORMALIZACION. (Publicada en el D.O.F. de fecha 1o. de julio de 1992, con reformas publicadas en el D.O.F. de fecha 20 de mayo de 1997).
- LEY FEDERAL DE DERECHOS 1992. (Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de diciembre de 1974).
- LEY MINERA. (Publicado en el D.O.F. el día 26 de junio de 1992).

REGLAMENTOS DE LA LGEPA

- REGLAMENTO EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA. (Publicado en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988).
- REGLAMENTO EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. México, D. F., 30 de noviembre de 2000.
- REGLAMENTO EN MATERIA DE AUDITORÍA AMBIENTAL. Miércoles 29 de noviembre de 2000 DIARIO OFICIAL (Primera Sección).
- REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL, 1988. Actualizado el Martes 30 de mayo de 2000.
- REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES. (Publicado en el D.O.F.- de fecha 12 de enero de 1994)

- REGLAMENTO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS. (Publicado en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988)
- REGLAMENTO PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGINADA POR LA EMISION DEL RUIDO. (Publicado en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982).
- REGLAMENTO EN MATERIA DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION GENERADA POR LOS VEHICULOS AUTOMOTORES QUE CIRCULAN POR EL DISTRITO FEDERAL Y LOS MUNICIPIOS DE SU ZONA CONURBADA. (Publicado en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988).
- REGLAMENTO EN MATERIA DE TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. (Publicado en el D.O.F. de fecha 7 de abril de 1993).

•
NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-001-CNA-1995	Sistema de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad.
NOM-001-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
NOM-001-PESC-1993	Para regular el aprovechamiento de los túnidos con embarcaciones de cerco en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos del Océano Pacífico y con embarcaciones de cerco de bandera mexicana en aguas internacionales y aguas jurisdiccionales de otros países que se encuentren en el Océano Pacifico Oriental.
NOM-001-PESC-1994	Para regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa El Cuchillo-Solidaridad, ubicada en el Municipio de China, N. L.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-001-RECNAT-1995	Que establece las características que deben tener los medios de marqueo de la madera en rollo, así como los lineamientos para su uso y control.
NOM-002-CNA-1995	Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable- Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-002-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.
NOM-002-PESC-1993	Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 31 de diciembre de 1993.
NOM-002-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de resina de pino.
NOM-003-CNA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
NOM-003-ECOL-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
NOM-003-PESC-1993	Para regular el aprovechamiento de las especies de sardina monterrey, piña, crinuda, bocona, japonesa y de las especies anchoveta y macarela, con embarcaciones de cerco, en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California.
NOM-003-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.
NOM-004-CNA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.
NOM-004-PESC-1993	Para regular el aprovechamiento de la almeja catarina, en aguas de jurisdicción federal de los estados de Baja California y Baja California Sur.

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
NOM-004-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal.
NOM-005-CNA-1996	Flujómetros-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-005-PESC-1993	Para regular el aprovechamiento de las poblaciones de las distintas especies de abulón en aguas de jurisdicción federal de la Península de Baja California.
NOM-005-RECNAT-1997	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.
NOM-006-CNA-1997	Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.
NOM-006-PESC-1993.	Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California
NOM-006-RECNAT-1997	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hojas de palma.
NOM-007-CNA-1997	Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.
NOM-007-PESC-1993	Para regular el aprovechamiento de las poblaciones de erizo rojo en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico de la Costa Oeste de Baja California.
NOM-007-RECNAT-1997	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.
NOM-008-PESC-1993	para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-008-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de cogollos.
NOM-009-PESC-1993	Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas de aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
NOM-009-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de látex y otros exudados de vegetación forestal.
NOM-010-PESC-1993	Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo destinados a la acuicultura u ornato en el territorio nacional.
NOM-010-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos.
NOM-011-PESC-1993	Para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura
NOM-011-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla.
NOM-012-PESC-1993	Por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California.
NOM-012-RECNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
NOM-013-PESC-1994	Para regular el aprovechamiento de las especies de caracol en aguas de jurisdicción federal de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.
NOM-013-RECNAT-1997	Que regula sanitariamente la importación de árboles de navidad naturales de las especies <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> y del género <i>Abies</i> .
NOM-015-PESC-1994	Para regular la extracción de las existencias naturales de ostión en los sistemas lagunarios estuarinos del Estado de Tabasco.
NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997	Que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.
NOM-016-PESC-1994	Para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.
NOM-017-PESC-1994	Para regular las actividades de pesca deportiva recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
NOM-018-RECNAT-1999	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla, transporte y almacenamiento del cerote.
NOM-019-RECNAT-1999	Que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas.
NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-022- ENER/SCFI/ ECOL-2000	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-023-PESC-1996	Que regula el aprovechamiento de las especies de tñidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe.
NOM-024-PESC-1999	Que establece regulaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en los embalses de la presa Vicente Guerrero, su derivadora y el canal principal, ubicados en el Estado de Tamaulipas.
NOM-025-PESC-1999	Que establece regulaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa Luis Donaldo Colosio Murrieta (Huites), ubicado en los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua.
NOM-026-PESC-1999	Que establece regulaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros en el embalse de la presa Aguamilpa, ubicado en el Estado de Nayarit.
NOM-027-PESC-2000	Pesca responsable en la presa Adolfo López Mateos El Infiernillo, Michoacán y Guerrero. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
NOM-028-PESC-2000	Pesca responsable en la presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama (Zimapán), Hidalgo y Querétaro. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
NOM-031-ECOL-1993	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano.
NOM-034-ECOL-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
NOM-035-ECOL-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
NOM-036-ECOL-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-037-ECOL-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-038-ECOL-1993	Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de dióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
NOM-039-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de dióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.
NOM-040-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, así como los requisitos de control de emisiones fugitivas provenientes de las fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento.
NOM-041-ECOL-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NOM-042-ECOL-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
	y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
NOM-043-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-043-FITO-1999	Especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México.
NOM-044-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
NOM-045-ECOL-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel ó mezclas que incluyan diesel como combustible.
NOM-046-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas.
NOM-047-ECOL-1999	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos.
NOM-048-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.

EL BIOLOGO EN LA GESTION AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-049-ECOL-1993	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
NOM-050-ECOL-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
NOM-051-ECOL-1993	Que establece el nivel máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquido gasóleo industrial que se consume por las fuentes fijas en la zona metropolitana de la Ciudad de México.
NOM-052-ECOL-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-053-ECOL-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-ECOL-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
NOM-055-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.
NOM-056-ECOL-1993	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-058-ECOL-1993	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-059-ECOL-1994	Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.
NOM-060-ECOL-1994	Que establecen las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.
NOM-061-ECOL-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.
NOM-062-ECOL-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.
NOM-075-ECOL-1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.
NOM-076-ECOL-1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
NOM-077-ECOL-1995	Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

EL BIOLOGO EN LA GESTION AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-079-ECOL-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.
NOM-080-ECOL-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
NOM-081-ECOL-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
NOM-082-ECOL-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las motocicletas y triciclos motorizados nuevos en planta y su método de medición.
NOM-083-ECOL-1996	Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
NOM-085-ECOL-1994	Contaminación atmosférica-Fuentes fijas- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
NOM-086-ECOL-1994	Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.
NOM-087-ECOL-1995	Que establece los requisitos para la separación envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-092-ECOL-1995	Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
NOM-093-ECOL-1995	Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
NOM-097-ECOL-1995	Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.
NOM-105-ECOL-1996	Que establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.
NOM-113-ECOL-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.
NOM-114-ECOL-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subtransmisión eléctrica que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicios y turísticas.

EL BIOLOGO EN LA GESTION AMBIENTAL

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-115-ECOL-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental que deben observarse en las actividades de perforación de pozos petroleros terrestres para exploración y producción en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
NOM-116-ECOL-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para prospecciones sismológicas terrestres que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
NOM-117-ECOL-1998	Que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
NOM-120-ECOL-1997	Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.
NOM-121-ECOL-1997	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.
NOM-123-ECOL-1998	Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVs), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

CLAVE DE LA NORMA	DESCRIPCION
NOM-126-ECOL-2000	Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.
NOM-130-ECOL-2000	Protección ambiental-Sistemas de telecomunicaciones por red de fibra óptica-Especificaciones para la planeación, diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
NOM-131-ECOL-1998	Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat.

El marco jurídico integrado por el listado anteriormente indicado, no es exhaustivo dado que, a la fecha, diversos sectores de la administración pública, tales como la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Energía, etc., han desarrollado instrumentos normativos que concurren de manera directa o indirecta sobre aspectos particulares del manejo ambiental, por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000, que regula la eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos; límites, métodos de prueba y etiquetado y que se inserta en el Protocolo de Montreal para la eliminación de CFC's.

Lo anterior frecuentemente produce una sobrerregulación normativa ya que a menudo diversos sectores emiten disposiciones de observancia obligatoria sobre los mismos aspectos regulados por otro sector. Un caso que ejemplifica lo anterior es el de las siguientes Normas:

Norma Oficial Mexicana NOM-054-ecol-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ecol-1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2-1994, Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

Ello hace que, en tanto que algunos aspectos se encuentren doble y hasta triplemente regulados, algunos otros aspectos no cuenten con normas específicas por tipo de fuente, contaminantes emitidos, u obras determinadas. Tal es el caso por ejemplo de las emisiones a la atmósfera de sustancias cancerígenas como los denominados BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno), o las relativas a emisiones fugitivas de Compuestos Orgánicos Volátiles, COV's en equipos de proceso de la industria química y petroquímica.

Lo anterior ejemplifica cómo pese a los esfuerzos por el desarrollo de un marco normativo que regule la actividad económica y proteja la calidad del ambiente y la salud humana, aún existen vacíos normativos, sobreregulación y superposición o dispersión de atribuciones entre los distintos sectores de la administración pública.

En materia de protección de la calidad del suelo, por ejemplo, aún no existen lineamientos que definan con precisión el uso, manejo y disposición de plaguicidas y fertilizantes, en materia de calidad del agua ninguna que regule la calidad de los detergentes y surfactantes, en materia de calidad del aire, ninguna que regule las emisiones de amoníaco, bióxido de carbono y otras sustancias con efecto de invernadero, etc.

- ASPECTOS NORMATIVOS -

Por lo anterior, cabe destacar que quizás uno de los aspectos en los que se deberán redoblar esfuerzos es en el fortalecimiento de los instrumentos jurídicos a fin de dar coherencia a las políticas institucionales en el contexto nacional e internacional.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

La mayoría de los impactos ambientales que se observan en la actualidad, normalmente han sido atribuidos al desarrollo científico y tecnológico que caracterizaron al siglo XX. Es frecuente hallar citas y opiniones sobre la gran capacidad de transformación que el hombre ha desarrollado y que debido al uso de los últimos avances tecnológicos ha puesto a la humanidad en una precaria condición de sobrevivencia en el largo plazo. El uso y abuso de los recursos naturales, la introducción de sustancias peligrosas al ambiente y la perturbación del hábitat natural de los seres vivos, ocupan el primer sitio en las opiniones sobre lo irracional de la relación hombre-naturaleza.

Es indiscutible que el hombre ha introducido un vertiginoso cambio en el paisaje y en las relaciones ecológicas del hábitat silvestre y humano que parecen ahora exhibir un efecto de "boomerang". Sin embargo, es innegable que la ciencia, como el principal protagonista en el conocimiento de la naturaleza, solo busca explicaciones y desarrolla teorías sobre los fenómenos que gobiernan la dinámica de los sistemas naturales, siendo en este sentido amoral. Si el desarrollo científico y tecnológico ha sido promotor del avance humano, seguramente lo será en el desarrollo de los instrumentos y medios para lograr una mejor relación del hombre con su entorno.

Para explorar la naturaleza es indudable que actualmente se dispone de herramientas que solo el avance tecnológico ha hecho posible. La telemetría y sistemas remotos de procesamiento, transmisión y recepción de datos, los dispositivos de medición mediante el uso de sistemas láser, contadores de electrones, detectores de fotoionización e ionización de flama, espectroscopios, dispositivos ultrasónicos, etc., han

hecho posible la exploración de las fuentes contaminantes, el conocimiento de la naturaleza y comportamiento de las descargas emitidas al ambiente, así como el impacto de estos sobre los elementos del medio. Entre otras, estas son algunas de las distintas aplicaciones que el avance tecnológico pone al servicio de las ciencias ambientales.

Así como la exploración (con fines de diagnóstico) del ambiente requiere de la aplicación de principios técnico-científicos incorporados en el arsenal de instrumentos y herramientas tecnológicas que la hacen posible, el manejo ambiental en sí mismo también demanda de equipos y dispositivos para el tratamiento de las emisiones gaseosas de contaminantes atmosféricos, la reducción de la carga contaminante de las descargas líquidas, la limpieza de suelos contaminados con sustancias químicas tóxicas y el manejo de los residuos industriales peligrosos y no peligrosos, así como los producidos por las actividades domésticas.

Para el tratamiento y limpieza de las descargas a la atmósfera, es frecuente el uso de equipos tales como los quemadores de bajo NOx que permiten reducir la emisión de óxidos de nitrógeno provenientes de los procesos de combustión derivados de los procesos industriales, los precipitadores electrostáticos, los filtros de bolsas y ciclones para el abatimiento de material particulado, y filtros de carbón activado para la absorción de sustancias tóxicas, principalmente gases orgánicos. Igualmente se emplean lavadores secos o húmedos para la limpieza de descargas a la atmósfera, como un método para abatir gases y material particulado de la corriente emitida.

Para el tratamiento de residuos industriales peligrosos y la limpieza de sitios contaminados, existen diversas tecnologías de naturaleza biológica, fisicoquímica y aplicaciones específicas del tratamiento térmico. A manera de ejemplo, a continuación se presenta una matriz de tecnologías que se han utilizado en los Estados Unidos de

América para tratamiento de suelos, sedimentos, lodos, aguas superficiales y subterráneas contaminadas con distintos químicos y emisiones gaseosas que progresivamente se incorporan como alternativas técnicas en México.

- ASPECTOS TECNOLÓGICOS -

Tecnologías de Tratamiento¹⁸

Códigos de Clasificación Mejor ◊ Promedio + Mala ■ Ver definición en tabla 3-1a.-	Nivel de Desarrollo	Tren de Tratamiento (excluye tratamiento de gases de salida)	Residuos producidos	OMM ◊ Capital Intensivo	Disponibilidad	Contabilidad - Sustainabilidad del sistema	Tiempo de limpieza	Costo Total	COV's No Halogenados	COV's Halogenados	COSV's No Halogenados	COSV's Halogenados	Combustibles	Inorgánicos	Radionúclidos	Explosivos	
																	S = Si
Suelos, Sedimentos y Lodos																	
3.1 Tratamiento Biológico In Situ																	
4.1 Bio Venteo	T	N	N	N	+	+	+	◊	◊	+	+	+	◊	■	+	I	
4.2 Biorestauración Mejorada																	
... Aeróbica	T	N	N	O/M	+	+	+	◊	◊	+	+	+	◊	+	+	◊	
... Anaeróbica																	
4.3 Tratamiento de Tierras	T	N	N	N	+	+	+	◊	◊	+	+	+	◊	■	+	+	
4.4 Atenuación Natural	T	N	N	O/M	+	+	+	◊	+	+	+	+	+	+	+	+	
4.5 Fito-Restauración																	
... Biorestauración mejorada de la rizósfera	P	N	N	N	■	+	■	◊	+	+	+	+	◊	■	■	◊	
... Fito-Acumulación																	
... Fito-Degradación																	
... Fito-Estabilización																	
3.2 Tratamiento Físico-Químico In Situ																	
4.6 Separación Electroquímica	T	S	L	O/M	◊	+	+	+	+	+	+	+	+	■	◊	+	■
4.7 Fracturamiento																	
... Mejorado por explosión	T	S	N	O/M	■	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
... Proceso Lasagna Neumático																	
4.8 Lavado de Suelos																	
... Mejorado con cosolventes	T	N	L	O/M	◊	+	■	■	◊	◊	+	+	+	◊	■	■	
4.9 Extracción de vapor del suelo	T	N	L	O/M	◊	◊	+	◊	◊	◊	+	+	◊	■	■	■	
4.10 Solidificación/estabilización																	
... Vitrificación In Situ	T	N	S°	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	■	◊	◊	■
3.3 Tratamiento Térmico In Situ																	
4.11 Extracción de vapor del suelo mejorado térmicamente																	
... Calentamiento por resistencia eléctrica	P	N	N	N	■	◊	■	◊	+	+	◊	◊	◊	■	■	■	
... Calentamiento electromagnético/radio frecuencia																	
... Inyección de aire caliente																	
3.4 Tratamiento Biológico Ex Situ (se asume excavación)																	
4.12 Biopilas	T	N	N	N	◊	◊	+	◊	◊	+	+	+	+	+	■	◊	
4.13 Composteo	T	N	N	N	◊	◊	+	◊	◊	+	+	+	+	+	■	◊	
4.14 Biodegradación fúngica Hongo Blanco	T	N	N	O/M	■	■	■	◊	+	+	+	+	+	■	■	◊	
4.15 Bio Granja	T	N	N	N	◊	◊	■	◊	◊	+	+	+	+	+	■	+	
4.16 Tratamiento Biológico en Fase Lodosa	T	N	N	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	■	◊	

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

Tecnologías de Tratamiento¹⁸

Códigos de Clasificación		Mejor Maia	Promedio ◇	Ver definición en tabla 3-1a.- +	Nivel de Desarrollo	Tren de Tratamiento (excluye tratamiento de gases de salida)	Residuos producidos	O&M o Capital Intensivo	Disponibilidad	Confiabilidad - Sustentabilidad del sistema	Tiempo de limpieza	Costo Total	COV's No Halogenados	COV's Halogenados	COSV's No Halogenados	COSV's Halogenados	Combustibles	Inorgánicos	Radionúclidos	Explosivos
S = Si T = Total S° = Sólido V = Vapor NA = No aplica I = Inadecuado O/M = Operac/Mant C = Capital A = Ambos																				
3.5 Tratamiento Físico-Químico Ex Situ (se asume excavación)																				
4.17 Extracción Química		T	S	L	A	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
.. Ácida																				
.. Por Solventes																				
4.18 Oxido-Reducción Química		T	S	S°	N	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
4.19 Deshalogenación																				
.. Descomposición catalizada por bases		T	N	V	A	■	■	■	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	■	■	■	■	■
.. Glicol/Poliétilenglicol alcalino (A/PEG)																				
4.20 Separación																				
.. Por gravedad		T	S	S°	O/M	◇	◆	◇	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◇	◇	■	■	■
.. Magnética																				
.. Física/cnbado																				
4.21 Lavado de Suelos		T	S	S°L	A	◇	◆	◇	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◇	◇	■	■	■
4.22 Extracción de Vapor del Suelo		T	N	L	N	◇	◆	◇	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
4.23 Destoxificación Solar		P	N	N	C	◆	◆	◆	◆	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	■	■	◇
4.24 Solidificación/Estabilización																				
.. Bituminización																				
.. Asfalto Emulsificado																				
.. Cemento Sulfuroso Modificado																				
.. Extrusión por Polietileno																				
.. Cementación Puzolánica Portland		T	N	S°	C	◇	◇	◇	◆	■	■	◆	◆	◆	■	◇	◇	◇	■	■
.. Solidificación de Residuos Radioactivos																				
.. Estabilización de Lodos																				
.. Fosfato Soluble																				
.. Vitrificación/Vidno Fundido																				
3.6 Tratamiento Térmico Ex Situ (se asume excavación)																				
4.25 Descontaminación con Aceite Caliente		P	N	N	A	◆	◇	◇	◇	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◇
4.26 Incineración																				
.. Combustor de lecho circulante																				
.. Lecho Fluidizado		T	N	LS° V	A	◇	◆	◇	◆	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	■	■	◇
.. Combustión infraroja																				
.. Horno Rotatorio																				
4.27 Horno Abierto/Defonación Abierta		T	N	S°	A	◇	◇	◇	◇	◇	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◇
4.28 Pirólisis																				
.. Lecho Fluidizado																				
.. Sal Fundida		T	N	LS°	A	■	◇	◆	◆	◇	◇	◇	◇	◇	◆	■	■	■	■	■
.. Horno Rotatorio																				
4.29 Desorción Térmica																				
.. Alta Temperatura		T	S	LS°	A	◇	◆	◇	◆	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	■	■	◇
.. Baja Temperatura																				

- ASPECTOS TECNOLÓGICOS -

Tecnologías de Tratamiento¹⁸

Códigos de Clasificación Mejor ◊ Promedio + Mala ■ Ver definición en tabla 3-1a. -	S = Si T = Total S° = Sólido V = Vapor NA = No aplica I = Inadecuado O/M = Operac/Mant C = Capital A = Ambos	N = No P = Piloto L = Líquido	Nivel de Desarrollo	Tren de Tratamiento (excluye tratamiento de gases de salida)	Residuos producidos	O&M o Capital Intensivo	Disponibilidad	Confiablez - Sustentabilidad del sistema	Tiempo de limpieza	Costo Total	COV's No Halogenados	COV's Halogenados	COSV's No Halogenados	COSV's Halogenados	Combustibles	Inorgánicos	Radionúclidos	Explosivos
4.30 Encapsulado en Confinamiento .. Encapsulado en Concreto/Asfalto .. Encapsulado conforme a RCRA Subtítulo C .. Encapsulado conforme a RCRA Subtítulo D	NA	N	NA	N	◊	◊	■	◊	+	+	+	+	+	+	+	■	+	
4.31 Encapsulamiento Reforzado en Confinamiento .. Recuperación de Agua .. Cubierta Vegetal	NA	N	NA	N	◊	◊	■	◊	+	+	+	+	+	+	+	■	+	
3.8 Otros Tratamientos																		
4.32 Excavación, Recuperación y Disposición fuera de Sitio	NA	N	NA	N	◊	◊	◊	■	+	+	+	+	+	+	+	■	+	
Agua Subterránea, Superficial y Lixiviados																		
3.9 Tratamiento Biológico In Situ																		
4.33 Tratamiento Cometabólico	P	N	N	O/M	■	+	+	+	◊	+	◊	+	+	+	■	■	+	
4.34 Biodegradación Mejorada .. Reforzamiento de Nitratos .. Reforzamiento de Oxígeno con burbujeo de aire .. Reforzamiento de Oxígeno con Peróxido de Hidrógeno	T	N	N	O/M	◊	+	+	+	◊	+	◊	+	◊	■	■	+		
4.35 Atenuación Natural	T	N	N	O/M	◊	+	+	+	+	+	+	+	+	+	■	■	■	
4.36 Fitoremediación .. Reforzamiento de la biodegradación de la rizósfera .. Control Hidráulico .. Fitodegradación .. Fitovolatilización	P	N	N	N	+	◊	■	◊	+	+	+	+	+	+	◊	■	◊	
3.10 Tratamiento Físico-Químico In Situ																		
4.37 Aireación	T	S	V	N	◊	+	◊	◊	◊	◊	+	+	◊	■	■	■		
4.38 Burbujeo de Aire	T	S	V	N	◊	◊	◊	◊	◊	◊	■	■	◊	■	■	■		
4.39 Biosurping	T	S	LV	N	◊	+	+	+	+	+	◊	◊	◊	■	■	+		
4.40 Pozos Direccionales (reforzamiento)	T	N	NA	C	■	+	◊	I	+	+	+	+	+	+	■	+		
4.41 Extracción en Fase Dual	T	S	LV	O/M	◊	+	+	+	◊	◊	■	■	◊	■	■	■		
4.42 Extracción de Fluido/Vapor	T	S	LV	O/M	◊	+	+	+	◊	◊	+	+	◊	■	■	■		
4.43 Lavado/Remoción por Agua Caliente o Vapor	P	S	LV	C	◊	■	◊	+	+	+	◊	◊	◊	■	■	■		
4.44 Hidrofracturamiento	P	S	N	N	I	◊	◊	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
4.45 Remoción por aire en pozos .. Pozos circulares	P	S	LV	C	◊	◊	+	+	◊	◊	+	+	◊	I	■	■		
4.46 Muros de Tratamiento Pasivos/Reactivos .. Funnel y Salida .. Muro de Tratamiento de Hierro	T	N	S°	C	◊	I	■	I	◊	◊	◊	◊	+	◊	■	◊		

EL BIÓLOGO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

Tecnologías de Tratamiento¹⁸

Códigos de Clasificación	Nivel de Desarrollo	Tren de Tratamiento (excluye tratamiento de gases de salida)	Residuos producidos	O&M o Capital Intensivo	Disponibilidad	Confiable/Sostenibilidad del sistema	Tiempo de limpieza	Costo Total	COV's No Halogenados	COV's Halogenados	COSV's No Halogenados	COSV's Halogenados	Combustibles	Inorgánicos	Radionúclidos	Explosivos
Mejor ◊ Promedio + Mala ■ Ver definición en tabla 3-1a -																
S = Si N = No T = Total P = Piloto S° = Sólido L = Líquido V = Vapor NA = No aplica I = Inadecuado O/M = Operac/Mant C = Capital A = Ambos																
3.11 Tratamiento Biológico																
4.47 Biorreactores	T	N	S°	C	◊	+	+	◊	◊	◊	◊	+	◊	■	■	◊
4.48 Humedales Construidos	T	N	S°	C	■	+	+	+	+	+	+	+	+	◊	■	◊
3.12 Tratamiento Físico-Químico Ex Situ (se asume excavación)																
4.49 Adsorción/Absorción ... Alúmina Activada ... Forager Sponge ... Lignin Adsorption/Sorptive Clays ... Resinas Sintéticas	P	N	S°	I	+	I	I	■	+	+	+	+	+	■	◊	+
4.50 Remoción por Aire	T	N	LV	O/M	◊	◊	+	◊	◊	◊	+	+	+	+	■	■
4.51 Adsorción por Carbón en Fase Líquida/Fase Granular	T	N	S°	O/M	◊	◊	◊	+	◊	◊	◊	◊	+	■	■	■
4.52 Intercambio Iónico	T	S	S°	N	◊	◊	+	◊	■	■	■	■	■	◊	+	■
4.53 Precipitación/Coagulación/ Floculación ... Coagulantes y floculación	T	S	S°	N	◊	◊	+	◊	■	■	■	■	■	◊	+	I
4.54 Separación ... Destilación ... Filtración/Ultrafiltración/Microfilt ... Cristalización por Congelamiento ... Pervaporización por membrana ... Osmosis Inversa	T	S	S°	A	◊	◊	◊	■	◊	◊	◊	◊	◊	+	+	■
4.55 Inyección por Rociado (sprinkler) ... Trickling Filter	T	S	S°L	N	◊	+	+	◊	◊	◊	◊	◊	◊	■	■	■
4.56 Oxidación UV ... Fotólisis UV	T	N	N	A	◊	■	NA	+	◊	◊	◊	◊	◊	■	■	◊
3.13 Contención																
4.57 Inyección a Pozo Profundo	T	N	S°L	N	◊	+	NA	◊	+	+	+	+	+	+	+	+
4.58 Bombeo de Agua Subterránea ... Recuperación Mejorada por Surfactantes ... Bombeo drawdown	T	N	L	A	◊	◊	NA	■	+	+	+	+	+	+	+	+
4.59 Muros de slurry	T	N	NA	A	◊	◊	◊	◊	+	+	+	+	+	+	+	+
3.14 Tratamiento de Emisiones/Gases de Salida																
4.60 Biofiltración	T	NA	S°L	N	+	+	◊	◊	◊	+	+	+	◊	■	NA	+
4.61 Destrucción de Alta Energía ... Corona de Alta Energía ... Reactor de Plasma Híbrido Ajustable	P	NA	N	I	■	■	NA	+	◊	◊	◊	◊	◊	+	NA	■
4.62 Membrana de Separación	P	NA	N	I	■	■	NA	+	◊	◊	+	+	+	+	■	NA
4.63 Oxidación ... Catalítica ... En Máquina de Combustión Interna ... Térmica ... Ultravioleta	T	NA	N	N	◊	◊	NA	◊	◊	◊	◊	◊	◊	■	NA	+
4.64 Absorción por Carbón en Fase Vapor ... Recuperación y Reciclaje de VOC's	T	NA	S°	N	◊	◊	NA	◊	◊	◊	◊	◊	◊	+	NA	◊

ASPECTOS ECONÓMICOS

Capítulo

10

Uno de los aspectos que tradicionalmente se ha encontrado en el extremo opuesto entre la necesidad imperativa de proteger la calidad del ambiente y la conservación de la naturaleza ha sido el costo económico que tales tareas conllevan.

Ello obedece a los ancestralismos del comportamiento social que había visto en la naturaleza una fuente de recursos inagotables, autodepurables y, sobre todo, gratuitos, una vez asumidos los costos de explotación. Jamás, hasta que no se establecieron compromisos en el contexto internacional para la prevención y control de la contaminación ambiental y la conservación de los recursos naturales, y que estos se asumieran a nivel nacional, se habían incorporado en los proyectos de uso y aprovechamiento de los recursos, suelo, agua, bosques y vida silvestre, límites para el usufructo "racional" de la naturaleza, así como para la emisión de descargas contaminantes al ambiente.

Con el advenimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente, sus Reglamentos y el desarrollo de un marco normativo que aunque insuficiente, promueve una conducta socialmente responsable en la conservación de la naturaleza y de la calidad del ambiente, fue posible incorporar al interior de los procesos productivos, planes de manejo ambiental que permitieran hacer convergente los objetivos del desarrollo económico con los de la protección del medio, lo cual, con

diferentes acepciones ha conducido al vigente concepto de desarrollo sustentable, acuñado en la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil en 1992.

Indiscutiblemente, con independencia de cuan eficiente resulten los instrumentos en materia de política ecológica desarrollados en el país, es innegable que tales políticas han promovido un fuerte impulso en el desarrollo de aplicaciones científicas y tecnológicas para el control y manejo ambiental, orientados a un mercado específico que actualmente ha detonado el surgimiento de corrientes y áreas del quehacer económico que hasta antes de los setenta evidentemente no existían.

En la actualidad, la LGEEPA, en su Título Primero, Disposiciones Generales, Capítulo IV, Instrumentos de la Política Ambiental, Sección III, Instrumentos Económicos, considera que la Federación, los Estados y el Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán diseñar, desarrollar y aplicar instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental con el fin de promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable¹⁹.

Entre los instrumentos que quizás más han permeado a la sociedad han sido la evaluación del impacto ambiental y la auditoría voluntaria, mecanismos de acción institucional que previenen el deterioro potencial de los nuevos proyectos de desarrollo y vigilan las prácticas por las que los sectores industrial, comercial y de servicios, desarrollan sus actividades en concordancia con las disposiciones oficiales vigentes.

Diversos han sido los enfoques bajo los cuales se ha pretendido internalizar los costos del control ambiental para obtener la compensación sobre la base del que contamina paga. Uno de ellos ha sido la verificación vehicular que, al margen de las

desviaciones a que ha dado lugar la administración de este programa, internaliza hacia la sociedad, desafortunadamente sin haber penetrado a todo el país sino únicamente en los principales centros urbanos, los costos de la contaminación atmosférica originada por las fuentes móviles.

Otro tipo de instrumento lo constituye la exención de aranceles para la importación de equipos y tecnologías para el control ambiental y la depreciación acelerada de estos sistemas que ingresan al país con ese propósito.

De igual forma, la adquisición de créditos blandos para la adquisición de equipos para el control de emisiones y descargas contaminantes al ambiente, así como para el tratamiento de residuos industriales y sitios contaminados, ha sido otra vertiente que el gobierno ha promovido para fomentar el cumplimiento de las políticas ambientales.

Es indiscutible que para modificar de manera eficiente las conductas sociales y de los agentes productivos, deben seguirse buscando y aplicando estrategias que otorguen estímulos apropiados para el desarrollo de la economía, pero tales estrategias no sólo deben enfatizarse sobre los instrumentos económicos directos sino sobre una estrategia de desarrollo integral en la cual, los abundantes recursos naturales y sociales del país se aprovechen bajo un marco de planeación que integren las dimensiones de tiempo, espacio, economía, cultura y tecnologías de aprovechamiento, vinculadas a los mercados nacionales, regionales y mundiales.

CONCLUSIONES

Conforme a los objetivos planteados en el presente trabajo, como puede advertirse por la diversidad de temas abordados, el papel que el biólogo ha desempeñado en el marco de la gestión ambiental es muy amplio, generalmente desarrollado sobre bases de conocimiento amalgamadas de manera empírica con los elementos que el marco de formación profesional universitaria le ha proveído.

La naturaleza interdisciplinar de las tareas ambientales generalmente demandan cuando menos tres características que el biólogo debería reunir:

- Debe poseer un marco conceptual suficientemente amplio para abordar las actividades que son propias de la gestión ambiental vinculado a la formación teórico-científica bajo la cual ha sido orientado en el ámbito académico;
- Debe contar con la flexibilidad conceptual para abordar los variados temas que la naturaleza diversa del quehacer ambiental le demanda, y;
- Debe desarrollar destrezas, habilidades y conocimientos especializados para converger con otras disciplinas del conocimiento, e integrarse con los mayores elementos posibles en el contexto de los grupos interdisciplinarios con quienes desarrolla este trabajo.

Con respecto a los apoyos que el sistema universitario podría proveerle pueden mencionarse la integración de currícula para temas especializados en los cuales deberían coincidir empresarios, académicos, especialistas e investigadores, de manera que el biólogo interesado en los tópicos ambientales pueda no solo egresar de las instituciones universitarias con el instrumental cognoscitivo suficiente para emprender su tarea profesional con menor dificultad sino, a la vez, integrar un espacio de formación continua que brinde a los egresados la posibilidad de mejorar su nivel de conocimientos y, eventualmente, integrarse a las plantillas de instructores para incorporarse a la transferencia de conocimientos y experiencias específicas.

El conocimiento es dinámico, tanto como las demandas que exigen una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, para lo cual, es preciso contextualizar en el marco espacio temporal del desarrollo nacional, la formación del biólogo y promover un mayor contacto con los conocimientos de vanguardia a fin de cubrir lo más ampliamente posible, el espectro de información que el escenario contemporáneo le demanda.

La vinculación del biólogo con los espacios institucionales de los sectores público y privado, su inserción en diversos proyectos de administración y gestión ambiental, planeación, ejecución de proyectos específicos y búsqueda de oportunidades de desarrollo personal y profesional son una exigencia que debería tomarse en consideración en la formación de los recursos humanos que egresan de los espacios universitarios.

Ahora bien, con respecto a lo que la temática ambiental puede constituir como espacio de desarrollo profesional para el biólogo, es importante mencionar varios aspectos, entre los cuales podría citarse lo siguiente:

Es indudable que aunque a la fecha se ha desarrollado un importante esfuerzo a través de las instituciones públicas y privadas, y se ha expresado una mayor participación del

sector social para revertir las conductas nocivas para el estado del ambiente y modificar los ancestrales patrones y estilos de producción de bienes y servicios, es evidente que los impactos ambientales no sólo no decrecen sino que por el contrario, parecen ir en aumento.

En materia de contaminación atmosférica, los mayores esfuerzos se han concentrado en los principales centros urbanos del país tales como la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y algunas ciudades medias como Ciudad Juárez, Chih. y Tijuana, B.C.N., por mencionar las principales, obteniéndose magros resultados ya que es habitual que, cuando menos un 80% del año, se rebasen las normas de calidad ambiental, pasando inadvertido por la ciudadanía hasta que no se presenta una contingencia ambiental, las cuales, por cierto, parecen haberse reducido en los últimos años, situación que no necesariamente obedece a que se mejoren los niveles de calidad del aire sino que el umbral, bajo el cual se declaran, se ha hecho más laxo. Ello parece haber reducido los programas ambientales a la medición más que a la corrección de los factores causales.

Los programas para el control de fuentes industriales y vehiculares, especialmente de éstos últimos, enfrentan el predicamento de servir a la ciudadanía que los paga o únicamente satisfacer un trámite bajo el cual, el sector proveedor del servicio obtiene sustanciales rentas y otorga el "beneficio" de no castigar al propietario de una fuente contaminante fuera de especificación.

Por su parte, el sector regulador, no ha encontrado formas técnica y administrativamente fiables para evitar la discrecionalidad y subjetividad de los juicios bajo los cuales se evalúa la eficiencia o ineficiencia del servicio regulado, ya que por una parte enfrenta importantes rivales políticos, económicos y sociales, cuya inercia frecuentemente los rebasa, y por la otra, ha sido insuficiente para desarrollar los

instrumentos técnicos, legales y de supervisión y vigilancia que garanticen la efectividad de las medidas y sobre todo, que sean refractarios a los intereses creados.

Con relación a la vialidad y el transporte, es indudable que el desarrollo urbano no ha podido vincularse eficientemente a la regulación de los usos del suelo y la planeación de las ciudades bajo criterios ecológicos ya que no solamente en los centros metropolitanos sino casi en cualesquier ciudad media del país, la movilidad de la población no ha podido ser atendida respecto de los modos y formas de transporte, no se han proveído los espacios de estacionamiento, definido rutas y re-estructurado el patrón de movilidad por origen-destino, cuando las ciudades siguen concentrando en torno a sus centros y subcentros urbanos la mayoría de bienes y servicios a los que la sociedad accede. Ello genera molestias, retrasos, fuertes congestionamientos vehiculares y elevadas emisiones contaminantes dejándose a merced de condiciones fisiográficas y meteorológicas el abatimiento de las inmisiones*, pero en cuyo proceso antes pasa por los pulmones de los ciudadanos.

La modernización de la flota vehicular es, bajo las condiciones socioeconómicas del país y las características de distribución del ingreso, los condicionantes de acceso a sistemas crediticios y las prioridades sociales que orientan sus recursos a la satisfacción de necesidades más básicas tales como la alimentación, salud, vestido y vivienda, algo completamente inviable.

Sobre el mejoramiento de combustibles, la reducción del contenido de plomo y azufre en las gasolinas ha generado formulaciones más volátiles cuyas emisiones dan lugar a atmósferas más reactivas y en consecuencia más propicias para la formación de

* Según el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, estas se refieren a la presencia de contaminantes en la atmósfera a nivel de piso.

contaminantes fotoquímicos secundarios, además de que introducen sustancias toxicológicamente más activas tales como los BTEX.

En materia normativa relacionada con niveles permisibles de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas y fuentes de área aún quedan importantes sectores productivos, parámetros y procesos industriales por regular. Por mencionar algunos, las emisiones de VOC's provenientes de fuentes de área y de procesos industriales en la manufactura de químicos y productos petroquímicos, uso y aprovechamiento de combustibles derivados de residuos, emisión de gases de invernadero tales como el metano y el bióxido de carbono provenientes de fuentes fijas, etc.

En fin, en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica persisten aún importantes áreas de oportunidad en las que es imprescindible la participación de grupos interdisciplinarios de especialistas y profesionales de diverso perfil.

En lo relativo a prevención y control de la contaminación del suelo únicamente se cuenta con un reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos y siete Normas Oficiales Mexicanas que regulan el manejo de estas descargas industriales. Se cuenta con una sola Norma Oficial Mexicana, la NOM-083-ECOL-1996, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. No existe a la fecha un reglamento que regule los impactos específicos al suelo y defina umbrales que permitan conservar la calidad de los mismos a favor de una estrategia viable para la restauración de suelos impactados por las actividades económicas.

Para regular los impactos sobre la calidad del agua solamente se cuenta con tres normas que establecen: límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas

de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado y; límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Con relación a la protección de los recursos naturales y la vida silvestre existen 17 Normas Oficiales Mexicanas, una Norma Emergente y un Proyecto de Norma Oficial Mexicana que a todas luces no ha podido permear a la sociedad para frenar el deterioro de bosques y selvas, el tráfico de especies de flora y fauna y, en general, la conservación del hábitat, en algunos casos aún en zonas declaradas como áreas naturales bajo protección, caso concreto la zona de la mariposa monarca por mencionar solo una, y para las cuales existe un reglamento de la LGEEPA, el Reglamento de Areas Naturales Protegidas.

Respecto del ordenamiento ecológico del territorio es evidente la insuficiencia de los instrumentos existentes ya que no se cuenta con un acervo de información territorial suficiente en cobertura y en temática. La cobertura geográfica desarrollada por el INEGI no abarca a todo el territorio nacional en la diversidad de escalas necesarias para los estudios ambientales.

Con relación a la investigación y el desarrollo tecnológico es evidente la falta de vinculación entre las instituciones de investigación formal y los distintos sectores de la sociedad, especialmente con el sector privado, el cual depende del desarrollo tecnológico transnacional.

Como puede advertirse, las áreas de desarrollo que aún faltan por explorar son múltiples y los espacios de oportunidad para el desarrollo profesional en distintas áreas son amplios.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Ledesma Mateos Ismael. La carrera de biólogo en la Universidad Nacional de México. <http://biologia.iztacala.unam.mx/informacion/historia.html>.
- ² Garland E. Allen. Life Sciences in the Twentieth Century. History of Science Society Newsletter, Volume 17 No. 5 (Supplement 1988). © 1988 by the History of Science Society, All rights reserved. Email:hssexec@u.washington.edu.
- ³ Fernández Buey, F. El conocimiento del código genético y sus consecuencias, en Historia de la Ciencia. <http://www.upf.es/iuc/buey/ciencia/index.htm>.
- ⁴ <http://osuno.fciencias.unam.mx:80/nuevoplan/presenta.htm>
- ⁵ Hernández Héctor, García Aldrete Alfonso N., Álvarez Fernando, Ulloa Miguel (Compiladores), 2001. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- ⁶ Research at Biosphere 2 – Introduction en; http://www.bio2.edu/Research/res_entry.htm
- ⁷ Meadows Dennis L., 1972. The Limits to Growth. Fondo de Cultura Económica. México.
- ⁸ Meadows Donella H. et. al. 1991. Beyond the Limits. Ed. El País. Madrid, España.
- ⁹ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), Río de Janeiro, 1992.
- ¹⁰ López Portillo y Ramos, 1982. El medio ambiente en México: Temas, problemas y perspectivas. Fondo de Cultura Económica, México.
- ¹¹ Instituto Nacional de Ecología (INE). Avances en el Desarrollo de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México, 1997.

- ¹² Instituto Nacional de Ecología, (INE). Programa para la Minimización y Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000.
- ¹³ Instituto Nacional de Ecología (INE). Estadísticas e Indicadores de Inversión sobre Residuos Sólidos Municipales en los Principales Centros Urbanos de México. 1997.
- ¹⁴ Rendón Ortiz *Gustavo*, Aspectos Relevantes de la Política del Agua en México, en el Marco de Desarrollo Sustentable
- ¹⁵ Barocio Ramírez Rubén, Uso Sustentable del Agua y Desarrollo Tecnológico.
- ¹⁶ Programa Nacional de Medio Ambiente, 1995-2000; INEGI-SEMARNAP, Estadísticas de Medio Ambiente, México, 1997.
- ¹⁷ Instituto Nacional de Ecología. Programa de Conservación de Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. México 1997-2000.
- ¹⁸ Federal Remediation Technologies Roundtable. FRTF. Remediation Screening Matrix. <http://www.frtr.gov>
- ¹⁹ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988, modificada conforme a la publicación del D.O.F. de fecha 13 de diciembre de 1996.