

38
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



ESTUDIO DEL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION EN MEXICO: EL CASO DE UNA INDUSTRIA TEXTIL CONTAMINANTE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA
P R E S E N T A
GABRIELA ELIZONDO AZUELA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

CONTENIDO GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	1
CAPITULO I Generalidades	2
1.1 Introducción	2
1.2 El concepto de Ecología	4
1.3 El concepto de Contaminación	7
1.4 Contaminación al aire	9
1.5 Residuos sólidos	18
1.6 Contaminación al agua	26
1.7 Referencias	34
CAPITULO II Políticas ecológicas de acción de algunos países	36
2.1 Introducción	36
2.2 Estados Unidos	38
2.3 Gran Bretaña	47
2.4 Comunidad Europea	51
2.5 Países Socialistas	54
2.6 Referencias	61
CAPITULO III Significado de estrategia de protección ambiental	62
3.1 Introducción	62
3.2 Principios sobre los que se sustentan las estrategias	62
3.3 Factores que intervienen	66
3.4 Referencias	70
CAPITULO IV Situación actual del ambiente en México	71
4.1 Introducción	71
4.2 Legislación ambiental mexicana	73
4.3 Planes y programas	75
4.4 Situación actual del ambiente en México	80
4.5 Estrategias	93
4.6 Ejecución de acciones	93
4.7 Sociedad y movimientos ecologistas	99
4.8 Educación y capacitación	100
4.9 Cooperación internacional y recursos financieros	102
4.10 Referencias	104
CAPITULO V El caso de una industria textil	106
5.1 Introducción	106

5.2 Descripción de la industria textil	108
5.3 Descripción del problema de contaminación y su intensidad	113
5.4 Ordenamientos legales y normas aplicables	118
5.5 Control del problema de contaminación	126
5.6 Costos	137
5.7 Referencias	146
CONCLUSIONES	148

INTRODUCCION

La tesis que a continuación se presenta tiene como primer objetivo estudiar la manera como México trata el problema de la contaminación, analizar las estrategias, las leyes, los planes y programas propuestos, tanto en la teoría, como en la práctica y conocer la situación actual del medio ambiente de nuestro país; para lo anterior se identificarán también, a través de un análisis muy general, las acciones que otros países del mundo han llevado a cabo para resolver los problemas del medio ambiente y se estudiarán los factores que debe tomar en cuenta una estrategia de protección al ambiente y control de contaminación.

Por otro lado se tratará el caso particular de una planta industrial contaminante ubicada en el Distrito Federal, sus manjios y actuaciones de control de contaminación y costos con objeto de poder entender con dicho estudio que tan rigurosas resultan ser los reglamentos vigentes y lo que significa en términos económicos una exigencia ecológica.

Se espera que el desarrollo de esta tesis sirva a otros estudiantes como introducción para comprender de qué manera la contaminación y los conflictos ecológicos representan un problema de resolución interdisciplinario en el que los asuntos de índole científico y tecnológico son tan importantes como los de índole político, económico, social y cultural.

CAPITULO I

Objetivo

Se analizará de manera general el problema de la contaminación ambiental, se definirán los conceptos de ecología y contaminación y se mencionarán los principales contaminantes que se emiten al suelo, agua y aire, así como sus clasificaciones. Se espera que el contenido de este capítulo sirva de base a los capítulos subsecuentes.

1.1 INTRODUCCION

Las catástrofes ecológicas no son hechos propios de la civilización contemporánea; desde las etapas de la conformación geológica, geográfica y ecológica del planeta que habitamos, desde la formación bioquímica y la evolución biológica de la materia viviente y hasta nuestros días, se han sucedido un sinnúmero de procesos de cambio y transformaciones estructurales, de emergencia y desaparición de continentes, poblaciones y culturas.

En el curso de la historia humana, el paisaje y su ordenamiento ecológico han sufrido las transformaciones impuestas por el uso social y productivo que se ha dado a los recursos disponibles en su entorno natural.

Así, en nuestro tiempo y desde la Revolución Industrial las manifestaciones ambientales que surgen de un cierto estilo de desarrollo se presentan como una crisis que se ha ido expandiendo y generalizando a escala internacional, estableciéndose ya como modelo de la civilización moderna (ref. 1).

Algunos autores opinan que fué a raíz de la conferencia mundial sobre "medio ambiente humano" que se celebró hace 20 años en Estocolmo (1972) cuando los países del mundo empezaron a tomar conciencia del problema de contaminación y deterioro ambiental y que fué éste el momento a partir del cual la crisis ambiental pasó a ocupar un lugar preponderante en las consideraciones de un nuevo orden internacional, introduciendo un proceso de concientización sobre la necesidad de incorporar un conjunto de medidas preventivas y correctivas sobre los impactos ambientales de las prácticas productivas y de consumo dentro de las políticas nacionales de desarrollo.

Actualmente existen diversas organizaciones como la OMS (Organización Mundial de la Salud), la ONU (Organización de Naciones Unidas), la OCED (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), que se preocupan por crear programas en los que se proponga resolver la situación mundial en cuanto a salud y contaminación, cuestionando los problemas del ambiente en el campo internacional; la ONU, por ejemplo, estableció el conocido registro internacional de sustancias potencialmente tóxicas en 1978 (refs.2 y 3).

Para dar solución a la acelerada destrucción de los recursos naturales y la degradación de la calidad ambiental, Estados Unidos ha creado la EPA (Agencia para la Protección del Medio Ambiente), que implantó los llamados "estándares nacionales de calidad del aire y agua"; Inglaterra, que fué pionera desde 1863 con su Ley de Alcalis, creó su Real Comisión de Gran Bretaña para la contaminación del medio ambiente; la Unión Soviética (ahora Comunidad de Estados Independientes) en 1951 implementó su estrategia de gestión de calidad del aire y sus estándares de "máximas concentraciones permitidas"(MCP's), de la misma manera la Comunidad Europea y el bloque socialista, así como Canadá y otros se han preocupado por la creación de acuerdos, tratados y organizaciones (refs. 2 y 3.).

Sin embargo, la introducción de una legislación para la protección ambiental en los países desarrollados a principios de los setentas no solo supuso ventajas económicas para algunos países subdesarrollados, también trajo consigo una acelerada degradación ambiental. Así, por ejemplo, muchas nuevas plantas industriales de sustancias químicas se establecieron en éstos países porque su menor grado de preocupación en materia de medio ambiente significaba un menor gasto en equipamiento para el control de la contaminación y menos demoras para obtener autorizaciones para la construcción de dichas plantas.

Cuando se planteó por primera vez la cuestión de la acción internacional para proteger el ambiente, muchos países subdesarrollados expresaron su preocupación por el hecho de que las medidas de protección ambiental podrían reducir sus índices de crecimiento económico e industrial (ref. 2).

La conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo y el consecuente Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), ayudaron a muchos países subdesarrollados a empezar a reconocer la importancia de la necesidad de proteger su entorno, ya que el deterioro ambiental podría llevarlos a la pérdida de los recursos de los que dependerían los pueblos a largo plazo.

Actualmente diversos organismos, tanto en países altamente industrializados como en los del tercer mundo, incorporan dentro de sus estructuras institucionales y de

sus funciones públicas, ministerios ó agencias oficiales encargadas de introducir la dimensión ambiental en el proceso de planificación del desarrollo.

Aún así, no son pocos los autores (refs. 2 y 17) que opinan que las acciones que se han llevado a cabo hasta ahora en el ámbito internacional, en general, no son ni efectivas, ni duraderas; como indican Holdgate y otros investigadores en relación con el progreso internacional para el control de la contaminación, "en la relación palabras-hechos, la balanza se inclina demasiado claramente a favor de las primeras" (refs. 2 y 4).

El objetivo de este capítulo es el de describir los conceptos de contaminación y ecología y enlistar los principales contaminantes que se emiten al suelo, aire y agua.

1.2 EL CONCEPTO DE ECOLOGIA

Para poder entender el concepto de contaminación, es importante primero entender el mecanismo natural de nuestro entorno, los procedimientos de la naturaleza, el término "ecosistema" y la interacción entre los ecosistemas, es decir, el significado de ecología.

Hay mucho que decir sobre el concepto de ecología, existen muchas definiciones al respecto y una visión histórica del mismo que se remonta incluso a las sociedades más primitivas.

Elementos de una visión ecológica aparecen en las filosofías y religiones orientales: el concepto de la interconexión de todas las cosas y eventos, la concepción del carácter cíclico de los fenómenos naturales.

Todas las sociedades primitivas desarrollaron un cierto conocimiento ecológico, práctico, necesario para su propia supervivencia; Aristóteles, por ejemplo, tenía ideas sobre la dependencia de las plantas entre sí con otros elementos como el agua y el sol y sobre la relación entre las comunidades y el hábitat (ref. 1).

Durante el Renacimiento son indicio de las primeras impresiones ecológicas los trabajos de historia natural y después, en los siglos XVI, XVII y XVIII, debido a la influencia de los descubrimientos geográficos, el concepto ecológico comienza a desarrollar una forma más sólida (ref. 1).

Poco a poco, a lo largo de la historia y con la experiencia y observaciones del hombre se llegó a lo que hoy en día es ya una ciencia compleja y sofisticada.

La ecología es una ciencia de orígenes múltiples, es una ciencia que se crea a sí misma en tanto que se forma a partir de un conjunto de raíces, independientes claro,

pero que terminan convergiendo y haciendo de éste conjunto todo un concepto, el concepto ecológico.

Fué un amigo de Darwin, el doctor Haeckel, profesor de zoología de la Universidad de Jena, quién acuñó en 1866, en su "Morfología general de los organismos", éste vocablo: la ecología, el oikos (término griego que designa el hábitat) y el logos (tratado)(ref. 5).

Haeckel definía la ecología como el cuerpo del conocimiento que trataba de las relaciones entre los organismos y su ambiente inorgánico y orgánico.

Otras definiciones se dejaron venir después; para Charles Elton la ecología era "la historia natural científica preocupada por la sociología y economía de los animales"; en 1972, C. J. Krebs definió ecología como "el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos"; para R. Margalef (1974) ecología es la "biología de los ecosistemas" (ref. 1).

Es importante entender que el ecosistema, como todo sistema activo, está constituido por interacciones internas, las cuales actúan siguiendo una increíble complejidad organizacional.

Así, la noción de ecosistema constituye una toma de conciencia fundamental; el entorno deja de representar una unidad únicamente territorial para convertirse en una unidad organizadora que conlleva en sí misma tanto el orden como el desorden (ref.6).

Existen muchas definiciones de ecología y es cierto que las definiciones aquí citadas pueden parecer diferentes entre sí, sin embargo, el concepto clave que subyace a todas ellas es el de interrelación. La ecología no se concentra sólo en el estudio de los organismos, ni tampoco se concentra sólo en estudiar el ambiente de los organismos, más bien se concentra en las interrelaciones entre organismos y sus ambientes.

La ecología, entonces, describe los principios que gobiernan esas interrelaciones, apoyándose en las diferentes disciplinas, aquellas que estudian las características y procesos de los organismos (botánica, zoología, antropología, psicología, etc.), las que estudian las características del medio (geología, hidrología, química, geografía entre otras) y se apoya en disciplinas que estudian procesos particulares (como por ejemplo la fotosíntesis, la circulación de la atmósfera e incluso las transacciones comerciales).

La ecología, apoyada en diversas disciplinas, comprende cómo esas diferentes estructuras y procesos se interconectan y determinan mutuamente dentro del contexto de un sistema ecológico total.

Organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, naturaleza, los diversos procesos culturales y sociales, todo el conjunto es el que circunscribe la unidad de estudio de la ecología. Un sistema ecológico no tiene una dimensión ó escala única.

La ecología se encuentra regida, entonces, por tres leyes fundamentales que son las siguientes (ref.7):

1. Ley de interdependencia: Cada individuo o elemento de la tierra se encuentra relacionado con todo lo demás.
2. Ley de limitación: Nada crece infinitamente, la naturaleza misma establece un límite.
3. Ley de complejidad : Existe una intrincada red de interrelaciones mediante las cuales es posible la subsistencia de la biósfera.

La definición de ecología que parece más completa es la desarrollada por el investigador Edgar Morín (ref. 6):

"La ecología es la ciencia de las interacciones combinatorias y organizadoras entre cada uno y todos los constituyentes físicos y vivientes de los ecosistemas, es decir, es la ciencia que relaciona la interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente..."

Para Morín, la dimensión ecológica debe entenderse como una dimensión organizacional de la vida:

"La vida no es solamente el árbol multiramificado de la evolución constituida en reinos, órdenes, clases, especies; la vida es también y sobre todo eco-organización" .

Es interesante lo que apunta Edgar Morín cuando habla de la maravilla organizacional de la naturaleza :

" ... maravilla que haya organización cuando el exceso de diversidad, el exceso de desorden, la ausencia de aparato central, lógicamente deberfan impedir toda organización,.....maravilla que no esté reducida a su expresión más simple, sino que por el contrario sea llevada a su expresión más compleja precisamente porque en ella la unidad y la diversidad extrema, el orden y el desorden extremo, la solidaridad y el antagonismo extremo no coexisten, sino que están unidos por necesidad, y es éste vínculo de necesidad el que nos lleva a la eco-organización ...".

El ecosistema urbano, por ejemplo, no puede prescindir de los constituyentes físicos primarios de toda vida: sol, aire, agua; sin embargo, crea por sí mismo un "oikos físico" hecho de piedras, pavimento, ladrillos, cemento, vidrio, que lo convierten en un hábitat artificial en el que proliferan las fábricas, los coches, las máquinas, el ruido; a éste "medio técnico" Georges Friedmann en 1953 le llamó

"tecnósfera" (ref 1). En éste ejemplo es claro el vínculo de necesidad: la sociedad es vitalmente dependiente de la eco-organización natural, pero al irse degradando la naturaleza, debido a los procesos sociales, la desorganización natural plantea el problema de la necesidad de organización social.

De la ecología y todas las ciencias y disciplinas que la conforman y con las que se relaciona han surgido una serie de corrientes que nos son contemporáneas, ésto es debido a que la ecología, como ya se mencionó, trabaja con unidades de estudio en diversas áreas del conocimiento. Así, entre algunas de las corrientes principales de la ecología se pueden distinguir la ecología de las poblaciones, la ecología de las comunidades y la ecología de los ecosistemas, de las que al mismo tiempo se derivan otras más específicas (ref. 1).

No se puede negar que la ecología ha ejercido una fuerte influencia en la percepción y caracterización de la problemática ambiental; desde hace muchos años que se publican libros, artículos y ensayos sobre estudios basados en investigaciones ecológicas, publicaciones que advierten acerca de la degradación de la naturaleza y de los riesgos que significan para la humanidad el manejo irracional de los recursos naturales, la amenaza de la contaminación y la necesidad de tomar medidas de control.

Sin embargo, no se trata sólo de salvar a la naturaleza, debe quedar claro que el dilema esencial es mucho más amplio, por que de lo que se trata es de hacer posible la vida como eco-organización, de lo que se trata es de poder lograr un estilo de desarrollo equilibrado.

1.3 EL CONCEPTO DE CONTAMINACION

Existe contaminación ambiental (del lat. contaminatio=corromper) o polución (del lat. pollutus=sucio, inmundo) cuando la entrada de sustancias exógenas a los ecosistemas naturales, los agroecosistemas o los ecosistemas urbanos, provoca alteraciones en su estructura y en su funcionamiento (ref. 8).

Es decir, la contaminación se produce cuando la introducción de sustancias y de energía alteran el estado natural de los ecosistemas, originando un desequilibrio tal que afecta negativamente la salud de los seres vivos y la calidad de vida del hombre (ref. 2).

En México, la "Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente" (ref. 9) define contaminación como "la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico"; y define el término contaminante como "toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo,

flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural".

De manera general se puede entender que la contaminación es todo cambio en la biósfera que altere el equilibrio ecológico.

Existe una tendencia a considerar que la contaminación es una consecuencia del desarrollo de grandes urbes o de inmensos complejos industriales, o bien de la utilización excesiva de sustancias químicas en los agroecosistemas, sin embargo éstos son sólo algunos aspectos de la contaminación ambiental; por otro lado, debe considerarse también, y como parte del proceso económico y social que se ha dado, el efecto de la contaminación por la miseria que padecen millones de seres que viven en asentamientos humanos insalubres con múltiples manifestaciones de postración y degradación. Esta es la forma de contaminación más generalizada en el mundo y es consecuencia directa del subdesarrollo y de la injusticia social. Los tremendos desequilibrios económicos y sociales, los contrastes en éste sentido que se advierten en la mayoría de los países del Tercer Mundo se transforman también en una amenaza para la estabilidad de la biósfera.

En los países subdesarrollados, el medio ambiente humano se degrada a tal punto que llega a generar focos infecciosos por la falta de abastecimiento de agua potable, de alcantarillado, de recolección de basuras, etc; además de la inmigración de las poblaciones rurales pobres hacia las zonas urbanas que provoca una desproporción en la densidad de población en las ciudades, lo que evidentemente impacta negativamente el ambiente de dichas zonas

Entonces, debe agregarse en la lista de fuentes contaminantes, las generadas por causa del crecimiento demográfico y los efectos contaminantes de la miseria, además claro, de los generados por la industria (química, petroquímica, metal-mecánica, bélica, etc) y la mala utilización de los recursos naturales.

Es así, como resulta importante señalar que los problemas de la contaminación conducen a una compleja red de causas que tienen como fundamento el sistema de relaciones políticas, económicas y sociales, por lo cual, su resolución no es sólo un problema de carácter técnico.

Un ejemplo de lo dicho anteriormente es el propio desarrollo tecnológico que se ha creado para aminorar los efectos nocivos de la contaminación; la desigualdad económica y cultural que existe entre los países impide que los adelantos en éste sentido se distribuyan en todo el mundo para cubrir las necesidades de protección ambiental que requiere cada nación.

Las acciones contra la contaminación no significan solamente la aplicación correcta de tecnologías que eviten el deterioro del aire, aguas y suelos, sino también aquellas encaminadas a dignificar la vida humana y liberar de la dependencia a muchos países del mundo.

La contaminación se debe tratar, estudiar y analizar desde dos puntos de vista, el universal, entendiendo como universo al planeta tierra y sus alrededores (hoy en día ya se habla también de la contaminación espacial, satélites en exceso, algunos de los cuales ya se han convertido en basura) y local cuando se trata el problema ambiental de una cierta entidad limitada a un ecosistema o a un conjunto de ecosistemas (un país por ejemplo o los efectos ambientales negativos que causa una industria en particular a su entorno). El universal toma en cuenta al planeta en su totalidad, a la biósfera como un grande y único ecosistema por el que transita en forma permanente la materia en todas sus formas. La circulación atmosférica, los ríos y las corrientes oceánicas se encargan de diseminar los contaminantes por todas las latitudes, restos de hidrocarburos, radionúclidos y productos industriales se encuentran afectando la vida en los más recónditos lugares; se sabe por ejemplo, que en las grasas de los pingüinos, focas y otros animales antárticos han sido identificadas moléculas de DDT, aún cuando ese insecticida no se utiliza en aquellas latitudes (ref. 2).

Resulta claro que ciertos problemas de contaminación no pueden ser tratados aisladamente y deben ser atacados desde el ámbito general de los intereses internacionales.

1.4 CONTAMINANTES DEL AIRE

1.4.1 Clasificación de los contaminantes al aire

Los contaminantes que se emiten al aire se pueden clasificar en dos grandes categorías (ref. 10):

- a) Naturales
- b) Creados por el hombre

a) Las principales fuentes naturales de contaminantes al aire incluyen:

- El polvo que se levanta cuando sopla el aire
- Cenizas y gases volcánicos
- Los diversos compuestos químicos que provienen de la flora
- Humos, gases y cenizas de los incendios forestales
- Polen y otros aeroalérgicos
- Los gases y olores de descomposiciones naturales

-La radioactividad natural

Tales fuentes constituyen los antecedentes de la contaminación y se puede decir que son la parte del problema de contaminación sobre la cual las actividades de control pueden tener muy poco o nulo efecto.

b) Las fuentes contaminantes creadas por el hombre cubren un amplio espectro de actividades químicas y físicas y son las mayores contribuciones a la contaminación atmosférica, en especial en las zonas urbanas.

Las principales fuentes de la contaminación atmosférica son los transportes, la producción de energía eléctrica, la incineración de los residuos, el consumo de combustibles y los procesos industriales.

Existe una variedad tan grande entre las sustancias capaces de permanecer en el aire que resulta difícil establecer una clasificación ordenada de las mismas, aún así los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse, también por su origen, en dos grandes grupos (ref. 12):

a) Contaminantes Primarios: Son aquellos que proceden directamente de las fuentes de emisión.

b) Contaminantes Secundarios: Son aquellos originados por la interacción química y/o fotoquímica entre los contaminantes primarios y los componentes normales de la atmósfera en presencia o ausencia de la luz solar, es decir, son aquellos que se forman en la atmósfera como resultado de una reacción química.

El análisis de las fuentes proporciona información sobre el tipo y la cantidad de contaminantes primarios emitidos, mientras que mediciones realizadas en la atmósfera sirven para identificar los contaminantes secundarios.

Las sustancias consideradas como contaminantes atmosféricos pueden clasificarse, por otro lado, de la siguiente manera (refs. 10 y 11) (Ver tabla I.1) :

- a) Compuestos del azufre (SO_x)
- b) Compuestos del nitrógeno (NO_x)
- c) Hidrocarburos
- d) Monóxido y dióxido de carbono (CO, CO₂)
- e) Compuestos de los halógenos (cloro y fluor principalmente)
- f) Productos fotoquímicos (O₃, PAN)
- g) Cianuros
- h) Nitrocompuestos
- i) Compuestos radioactivos
- j) Partículas

TABLA I.1 CONTAMINANTES GASEOSOS TÍPICOS, SUS PRINCIPALES FUENTES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

CONTAMINANTES	FUENTES	INDUSTRIAS TÍPICAS	EFECTOS A SALUD Y MATERIALES
Dióxido de azufre	Combustión de petróleo y carbón, fundiciones y molinos, manufactura de papel por procesos sulfíticos	Metales primarios (ferrosos y no ferrosos); pulpa y papel	Irritación sensorial y respiratoria, daños a la vegetación, corrosión, posibles efectos adversos en la salud.
Monóxido de carbono	Vapores de óxidos metálicos por la industria metalúrgica	Metales primarios, acero y aluminio	Reducción de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre
Aldehídos	Resultado de la descomposición térmica de grasas, petróleo o glicerol	Procesos para la generación de alimentos, procesos ligeros	Olor irritante, sotocante y picante que no es de peligrosidad inmediata para la vida, pero que es intolerable en el corto tiempo
Amoniaco	Usado en refrigeración, procesos químicos como los de fertilizantes, explosivos, lacas y fertilizantes	Textiles, químicos	Corrosividad en el cobre, latón, aluminio y zinc, altas concentraciones producen quemaduras químicas en piel húmeda
Arsénico (AsH ₃)	Se produce al soldar, en el proceso de plateado de metales o en los ácidos que contienen arsénico	Procesos químicos, fundiciones	Ruptura de las células rojas de la sangre
Cloro	Procesos de manufactura por electrólisis, blanqueo del algodón y de la harina, producción de químicos orgánicos	Textiles, químicos	Ataca el sistema respiratorio y las membranas mucosas de los ojos
Cianuro de hidrógeno	Plateado o dorado de metales, inflamación en hornos, trabajos con materia colorante	Fabricación de metales, metales primarios, textiles	Afcción en células nerviosas
Fluoruro de hidrógeno	Catalizador en la refinación del petróleo, extracción de silicatos, producción electrofítica de aluminio	Petróleo, metales primarios y aluminio	Fuerte irritación y acción corrosiva en los tejidos y papel, daño a las plantas cítricas, efectos a los huesos y dientes del ganado
Sulfuro de hidrógeno	Refinerías de gases, petróleo crudo, recuperación de sulfuros, industrias químicas varias que utilizan compuestos de azufre	Petróleo y químicos	Olor a huevo podrido, irritación a ojos y sistema respiratorio, oscurecimiento de pinturas exteriores
Oxidos de nitrógeno	Combustión a alta temperatura, limpieza de metales, fertilizantes explosivos, ácido nítrico, manufactura de H ₂ SO ₄	Fabricación de metales, químicos pesados	Gases irritantes que afectan los pulmones, daño a la vegetación
Partículas suspendidas	Combustión y procesos industriales	Metales primarios e industrias eléctricas	Reducción de la visibilidad y ensuciamiento de materiales
Olores	Resoros, curtido de pieles de animales, conservas, tostado de café, fabricación de cerveza, etc	Procesamiento de comida e industrias aliadas	Olores sumamente desagradables

1.4.2 Descripción de los contaminantes al aire

a) Compuestos del azufre. Los principales compuestos del azufre que contaminan la atmósfera son :

- SO₂
- H₂S
- H₂SO₄
- SO₃
- sales del ácido sulfúrico (SO₄⁼)

Algunas de las fuentes más importantes que generan estos contaminantes son el petróleo y el carbón. Durante el fraccionamiento del crudo el azufre se concentra en las fracciones que hierven a mayor temperatura, como el combustóleo, que son las que contienen compuestos con mayor número de átomos de carbono; por otro lado se sabe que el carbón contiene entre 0.5 y 2.5% de azufre, según la zona de donde provenga. Durante el proceso de combustión, el azufre que contiene el carbón o el combustóleo se combina con el oxígeno del aire y se transforma en dióxido de azufre (SO₂), que en particular es uno de los componentes principales de lo que se ha llamado "smog" y que afecta la salud del hombre, a las plantas y los materiales (refs 10 y 11).

b) Compuestos del nitrógeno. Los principales compuestos del nitrógeno que contaminan la atmósfera son:

- N₂O
- NO
- NO₂
- NH₃
- sales de NO₂⁻, NO₃⁻ y NH₄⁺

Los óxidos de nitrógeno se producen en todas los procesos de combustión en los que la temperatura es mayor a los 1000 °C; las fuentes principales de dichas emisiones provienen del uso de combustibles fósiles en fuentes estacionarias, es decir, calefacción, generación de energía, industrias y de los motores de combustión interna de los automóviles. Los principales efectos atmosféricos producidos por los óxidos de nitrógeno se traducen en una reducción de la visibilidad y en una gran capacidad para provocar un aumento de la temperatura superficial global (efecto invernadero); además, atacan la salud, reducen el crecimiento de las plantas y generan corrosión en los materiales, así como decoloración en los tejidos (refs. 10 y 11).

c) Hidrocarburos. Los hidrocarburos emitidos a la atmósfera por fuentes artificiales y naturales son tan numerosos que no es posible medir todas las especies individuales ni estimar el ritmo de emisión de cada uno de ellos, como resultado de lo anterior, cuando

se estudian los hidrocarburos en relación con la contaminación del aire, es frecuente que no se puedan especificar más que las cantidades en que ciertas clases están presentes. Si se consideran sólo aquellos hidrocarburos que existen en la atmósfera en la fase gaseosa (en general aquellos que contienen un número de átomos de carbono igual o inferior a cinco), se puede decir que la mala combustión de gasolina representa la contribución individual más importante a las emisiones artificiales de hidrocarburos. Además de usarse como combustibles, los hidrocarburos se utilizan también como materia prima en la industria química, para la obtención de medicamentos, cosméticos y materiales plásticos; así es como se introducen hidrocarburos en el aire debido a diversas actividades: destilación del petróleo, producción de nylon, de hule sintético, tintas de impresión, incineración de desechos sólidos y hasta en la torrefacción del café (refs. 10 y 11).

d) Monóxido de carbono y dióxido de carbono. A excepción del CO_2 , el monóxido de carbono es el contaminante de aire más abundante de la baja atmósfera. Las emisiones artificiales de CO originadas por fuentes como son los vehículos de motor, la combustión del carbón, la combustión del petróleo, los procesos industriales, la refinación del petróleo y la incineración de residuos sólidos, superan en cantidad la masa de las emisiones antropogénicas de todos los demás contaminantes atmosféricos.

En general no se puede considerar al bióxido de carbono (CO_2) como un contaminante atmosférico (ver tabla I.2) debido a que es el producto normal de la combustión de las materias orgánicas y de los combustibles fósiles; cuando las concentraciones de CO_2 sobrepasan el límite de lo natural, se considera un contaminante. En cuanto a las fuentes, se sabe que la mayor parte de CO que se produce es debido a los medios de transporte, que contribuyen con cerca del 70% de la cantidad emitida total; las actividades industriales que contribuyen a agravar la contaminación por monóxido de carbono son la industria papelera, la petrolera y la de fundición (refs. 2, 10 y 11).

e) Compuestos de los halógenos (cloro y fluor principalmente). Algunos de los compuestos de los halógenos tales como el HCl y el HF se originan en ciertas operaciones de la industria química y metalúrgica. Los compuestos del fluor son irritantes y peligrosos para las personas y las plantas incluso cuando se presentan en concentraciones muy bajas (ref. 10). Los clorofluorocarbonos usados en aerosoles (freón), sistemas de refrigeraciones y otros son, en parte, los causantes de la destrucción de la capa de ozono que se encuentra en la estratosfera y que es la capa que absorbe la radiación ultravioleta de los rayos del sol (ref. 2).

TABLA I.2 COMPOSICION DE UN AIRE NO CONTAMINADO

SUSTANCIA	FORMULA	FRACCION MOLECULAR	PORCENTAJE EN PESO
Nitrógeno	N ₂	78.09%	75.37
Oxígeno	O ₂	20.94%	23.1
Argón	Ar	0.93%	1.41
Dióxido de carbono	CO ₂	0.032%	0.044
Neón	Ne	18 ppm	
Helio	He	5.2 ppm	
Metano	CH ₄	1.5 ppm	
Kriptón	Kr	1 ppm	
Hidrógeno	H ₂	0.5 ppm	
Oxido Nitroso	N ₂ O	0.25 ppm	
Monóxido de carbono	CO	0.1 ppm	
Ozono	O ₃	0.02 ppm	
Dióxido de azufre	SO ₂	0.001 ppm	
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	0.001 ppm	

Ref.11

f) Productos fotoquímicos. Aquellos contaminantes que resultan de las reacciones fotoquímicas en la atmósfera como por ejemplo el ozono (O_3), el nitrato peroxiacético (PAN) y otros oxidantes. Estos contaminantes se forman en la atmósfera como consecuencia de una reacción entre dos o más contaminantes primarios como los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, con componentes atmosféricos y en presencia de la luz. El "smog" fotoquímico se caracteriza por una actividad química intensa y presenta una compleja cadena de reacciones que tienen lugar bajo la influencia de la luz. Estos contaminantes fotoquímicos producen irritación en los ojos y hasta enfermedades respiratorias(refs. 2 y 11).

g) Cianuros. Como por ejemplo el cianuro de hidrógeno, cuyas fuentes se encuentran en las industrias de metales primarios y textiles (ref.10).

h) Nitrocompuestos. Los nitrocompuestos se utilizan en los procesos de refrigeración y algunos procesos químicos tales como la fabricación de tintes y colorantes y en la fabricación de explosivos y fertilizantes, éstos contaminantes son sumamente corrosivos y en altas concentraciones producen quemaduras químicas en la piel húmeda (Ver tabla I.3) (refs. 2 y 11).

i) Compuestos radioactivos. Los materiales radioactivos están presentes en el medio ambiente a consecuencia de los procesos naturales y de los progresos tecnológicos de la humanidad como es la producción de energía nuclear. Estos materiales producen "radiación ionizante" del tipo de los rayos X, los rayos gamma, las partículas alfa y otros, que ionizan los átomos de las sustancias en las que penetran, convirtiéndolos en iones que representan un peligro ya que provocan transformaciones en la materia viva como la muerte de células, el cáncer y mutaciones genéticas. Las liberaciones accidentales de radioactividad de reactores nucleares y las pruebas con armas atómicas, la construcción de edificios que emplean materiales con alto contenido en radio (piedra pómez, granito u hormigón), la industria de fosfatos y la irradiación debida a la liberación de radionúclidos naturales procedentes de centrales energéticas de combustión de carbón, son algunas de las fuentes (ref.2, 10 y 11).

j) Partículas. En la atmósfera están igualmente presentes gotitas microscópicas de líquidos o diminutas partículas sólidas a las que de manera global se les da el nombre de "material particulado" atmosférico.

Las partículas se definen como el material sólido o líquido cuyo diámetro es mayor al de una molécula, pero menor a $100\mu m$.

A las partículas dispersadas en un medio gaseoso se les llama colectivamente "aerosol"; los términos "humo", "niebla", "bruma" y "polvo" son comunmente usados

TABLA I.3 ALGUNOS CONTAMINANTES GASEOSOS, PARTICULAS Y SUS DAÑOS A LA SALUD

CONTAMINANTE	DAÑO
<p>Partículas en suspensión y anhídrido sulfuroso</p>	<p>El aumento de concentraciones de partículas en suspensión y dióxido de azufre va rotundamente asociado al aumento de mortalidad, sobre todo en los individuos de más edad y en los que padecen obstrucción pulmonar crónica y/o dolencias cardíacas. La exposición a largo plazo o crónica a niveles moderados produce y/o agrava la bronquitis crónica, el asma y el enfisema pulmonar. Los efectos nocivos del anhídrido sulfuroso aumentan notablemente cuando los individuos hacen ejercicio. Los sulfatos son los responsables, en parte, del aumento en los ataques de asma, del agravamiento de la enfermedades cardíacas y respiratorias y de la menor resistencia infantil ante las enfermedades respiratorias.</p>
<p>Oxidantes fotoquímicos: ozono nitrato peroxacetílico PAN</p>	<p>La irritación de los ojos se produce con 0.10-0.15 ppm (200-300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de ozono aproximadamente, produciéndose una intensificación de dicha irritación cuando se superan estos niveles (OMS, 1978); otros oxidantes como el PAN y el nitrato de peroxibenzol (PBN), suelen producir más irritación que el ozono. Los oxidantes fotoquímicos, básicamente provocan irritaciones oculares, tos, dolores de cabeza, irritación del aparato respiratorio, dolor de garganta o nariz taponada. Incrementan el número de pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, como enfisema y asma.</p>
<p>Oxidos de Nitrógeno</p>	<p>Conduce a una mayor susceptibilidad a las infecciones respiratorias, el dióxido de nitrógeno puede producir un aumento de la sensibilidad a los broncoconstrictores. La OMS recomienda que el nivel máximo de exposición a dióxido de nitrógeno, para la protección de la salud pública, no sobrepase los 190-320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.10-0.17 ppm)</p>
<p>Monóxido de Carbono</p>	<p>El óxido de carbono es absorbido a través de los pulmones y reacciona con las hemoproteínas, especialmente con la hemoglobina de la sangre. Esto a su vez produce una reducción de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno y llevarlo a los tejidos. El óxido de carbono no es un veneno acumulativo, pero es expulsado o absorbido, dependiendo del nivel de óxido de carbono en el ambiente.</p>
<p>Metales Tóxicos: Plomo, cadmio, berilio, mercurio y níquel</p>	<p>Representan un riesgo potencial y real para la salud pública. El plomo se utiliza en grandes cantidades y se encuentra muy difundido en el medio ambiente, lo anterior se refleja en los elevados índices de plomo en la sangre; la anemia es una característica de los primeros efectos tóxicos sobre las personas al disminuir la hemoglobina. Las dificultades cerebrales empiezan a producirse en los niños a 60-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que la encefalopatía aguda o crónica y los problemas de riñón tienen lugar a niveles de 60-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en niños y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en adultos.</p>
<p>Sustancias Químicas Tóxicas</p>	<p>Aunque los efectos agudos de estas sustancias ya se han reconocido, se dispone de muy poco conocimiento sobre sus efectos potenciales crónicos (cáncer). Los disolventes, pesticidas, herbicidas y plásticos, son reconocidos por sus efectos perjudiciales en la salud. Estos producen cáncer, lesiones en la piel y hasta mutaciones genéticas. El cloruro de vinilo y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAM) se consideran carcinógenos.</p>

para describir tipos particulares de aerosoles, dependiendo del tamaño, forma y comportamiento característico de las partículas dispersadas.

Los aerosoles son difíciles de clasificar sobre las bases científicas en términos de sus propiedades fundamentales, tales como actividad óptica, influencia a fuerzas externas, habilidad para absorber una carga eléctrica etc; en general el tamaño de la partícula y su tasa de estabilidad han sido las propiedades que se utilizan para el estudio de los aerosoles.

A pesar de las posibles ventajas de los esquemas de la clasificación científica, el uso de los términos populares descriptivos como son el humo, polvo, neblina y otros, que están esencialmente basados en los modos de formación, representan un satisfactorio y conveniente método de clasificación : (refs. 8 y 9)

-Polvo: Aquél que se forma típicamente por la pulverización o desintegración mecánica de materia sólida para convertirse en partículas de tamaño menor. Los tamaños de las partículas de un polvo van desde $1\mu\text{m}$ hasta 100 o $200\mu\text{m}$, éstas partículas son generalmente irregulares en tamaño. Como ejemplos de polvo se pueden mencionar a las cenizas, los polvos de roca y la harina ordinaria.

-Humo: El humo implica un cierto grado de densidad óptica y se genera típicamente por la quema o combustión de materiales orgánicos tales como la madera y el carbón. Las partículas del humo son muy finas y van de $0.01\mu\text{m}$ a $1\mu\text{m}$. Si la composición de las partículas es líquida, son esféricas, si es sólida la forma es irregular. Los humos pueden permanecer en suspensión por largos períodos de tiempo y exhibir "movimiento browniano".

-Gases o vapores: Se forman de procesos tales como sublimación, condensación o combustión, generalmente a muy altas temperaturas. El tamaño de las partículas va de $0.1\mu\text{m}$ a $1\mu\text{m}$. Al igual que los humos, se asientan lentamente y exhiben "movimiento browniano".

-Nieblas o neblinas: Se forman tanto por la condensación de agua, como de otros vapores con núcleos adecuados, generando una suspensión de pequeñas gotitas líquidas; el tamaño de partícula va de 2 a $200\mu\text{m}$.

Cuando una sustancia líquida es emitida a la atmósfera como materia particulada, sus propiedades y efectos pueden cambiar. El área superficial de la sustancia aumenta y bajo éstas circunstancias y sin importar su composición química, puede combinarse física o químicamente con otras partículas o gases de la atmósfera. Los resultados de las combinaciones son en general impredecibles.

Las pequeñas partículas del aerosol pueden actuar como núcleos de condensación y promover la formación de nieblas y neblinas. Debido al área de superficie incrementada, las partículas del aerosol tienden a facilitar las reacciones químicas en la atmósfera, así es como muchas sustancias que se oxidan lentamente en su estado masivo, al convertirse en aerosol se oxidan extremadamente rápido y pueden llegar a generar explosiones.

El anhídrido sulfuroso, emitido principalmente por la combustión del carbón y del petróleo, puede reaccionar catalítica o fotoquímicamente con otros contaminantes, formando anhídrido sulfúrico que por hidratación se convierte rápidamente en ácido sulfúrico.

La absorción y los fenómenos catalíticos son extremadamente importantes en el análisis y entendimiento de los problemas de contaminación debido a las partículas, la conversión de dióxido de sulfuro corrosivo, asistido por la acción catalítica de partículas oxidadas de hierro demuestra por ejemplo la naturaleza catalítica de ciertos tipos de partículas en la atmósfera.

Finalmente, los aerosoles pueden absorber energía radiante y rápidamente conducir el calor a los gases circundantes de la atmósfera, éstos son gases que ordinariamente serían incapaces de absorber energía radiante por sí solos. El aire en contacto con los aerosoles puede afectar su temperatura (refs. 10 y 11).

1.5 RESIDUOS SOLIDOS

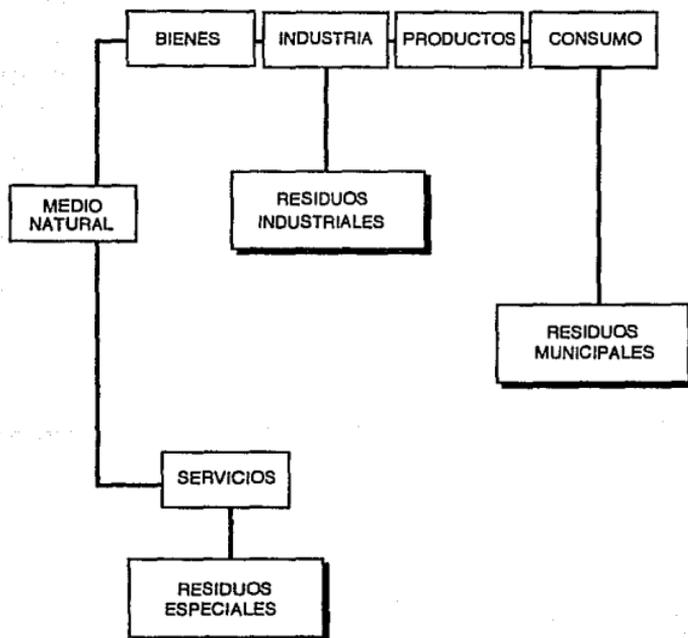
1.5.1 Clasificación de los residuos sólidos

Se les denomina residuos a todos aquellos materiales que por alguna razón son desechados en los diferentes procesos industriales, actividades domésticas, actividades laborales etc.

Existe una gran diversidad de tipos de residuos, que de acuerdo a la fuente en donde se generan se pueden clasificar en tres grandes grupos (refs. 12 y 13) (Ver figura 1.4 y tabla 1.5):

- a) Residuos Municipales
- b) Residuos Industriales
- c) Residuos Especiales

FIGURA I.4 GENERACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESIDUOS



**TABLA I.5 CLASIFICACION DE RESIDUOS SOLIDOS, COMPOSICION
Y FUENTE DE ORIGEN**

CLASE	COMPOSICION	FUENTE
Material orgánico	Residuos de la preparación, cocinado y manejo de alimentos. Combustible: papel, cartón, madera, árboles, ramas, hojas, pasto, textiles, etc. No combustible: metales, latas, muebles de metal, vidrio, tierra, etc.	Actividades domésticas, restaurantes, instituciones, comercios, mercados.
Conizas	Residuos de la combustión e incineración.	
Barridos de calles	Barrido de hojas, papeles, madera, tierra, contenido de depósitos en aceras	Calles, banquetas, lotes baldíos.
Animales muertos	Todo tipo de animal	
Vehículos abandonados	vehículos abandonados en la vía pública	
Residuos industriales	Proceso de industria alimenticia, productos de combustión, metales, madera, etc.	Fábricas, plantas de energía eléctrica.
Residuos de demolición	Madera, tuberías, cascajo y otros materiales de construcción procedentes de edificios y otras estructuras.	Sitios de demolición que se usarán para nuevas edificaciones, proyectos de renovación y restauración, caminos, calles, etc.
Residuos especiales	Materiales peligrosos, explosivos, residuos patológicos, materiales radioactivos, insecticidas, etc.	Domésticos, hoteles, hospitales, aeropuertos, industrias, comercios.
Residuos de tratamientos de aguas y gases	Sólidos retenidos y producidos en el tratamiento de aguas residuales, domésticas e industriales; sólidos captados en el control de la contaminación atmosférica en diversos procesos.	Aguas hervidas industriales y domésticas, residuos en el control de la contaminación atmosférica, fosas sépticas.

Ref. 12

1.5.2 Descripción de los residuos sólidos

a) Residuos Municipales. Son aquellos residuos que generan las diferentes actividades cotidianas de las comunidades y cuyas fuentes comprenden las casas-habitación, las escuelas, los comercios, los mercados, las oficinas etc.

Tales residuos están integrados básicamente por desechos alimenticios, desechos combustibles como papel, plásticos, textiles, hules, piel, madera, muebles, podas de jardín; desechos no combustibles como el vidrio y metales, así como desechos de construcción y demolición.

La composición de los desechos municipales varía de una comunidad a otra, sin embargo, la siguiente se puede considerar como típica:

1.6 COMPOSICION TIPICA DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES

COMPONENTE	%PESO
Desechos alimenticios	35.64
Otros(madera, polvo, ceniza, hule, piel, etc)	23.77
Cartón	7.92
Papel	7.92
Vidrio	6.63
Pásticos	4.95
Jardinería	4.95
Pañales desechables	2.97
Latas	1.98
Metales ferrosos	1.98
Metales no ferrosos	0.99

Ref.13

b) Residuos Industriales. Son los residuos aislados, mezclados, sólidos, líquidos o semisólidos (lodos), que son generados como subproductos de un proceso, así como los residuos resultantes de la realización de operaciones unitarias o de la limpieza de maquinarias e instalaciones. En algunos casos también se consideran residuos industriales las materias primas que caducan o se deterioran durante el almacenamiento (Ver cuadro I.7).

La producción de estos residuos varía de una industria a otra y es muy difícil predecir o cuantificar la cantidad real de los mismos.

Los residuos industriales se pueden clasificar en peligrosos, potencialmente peligrosos y no peligrosos, dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, así como del tipo de industria que los generó (Ver tabla I.8).

Se denomina Residuo Industrial Peligroso (R.I.P.) a aquél que presenta una o más de las siguientes características a las que se denominan clave CRETÍ (ref. 14):

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad
- Inflamabilidad

De acuerdo con lo anterior, un residuo puede ser:

Corrosivo cuando en solución acuosa presenta un pH menor o igual a 2 ó mayor o igual a 12.5, y cuando en estado líquido es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020) a una velocidad de 6.35 mm por año, a una temperatura de 55 grados centígrados(ref. 14).

Reactivo cuando en condiciones de golpe, presión, temperatura o espontáneamente se descompone, combina o polimeriza; si es normalmente inestable y se combina o transforma violentamente sin detonación; si reacciona con el agua y forma mezclas potencialmente explosivas o genera gases, vapores o humo en cantidades suficientes para provocar desequilibrio ecológico o daños al ambiente; y además cuando es capaz de producir radicales libres (ref.14).

Explosivo si es más sensible a golpes o fricción que el dinitrobenceno; si es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a una atmósfera de presión y a 25°C (ref.14).

Tóxico cuando se encuentra presente alguno de los elementos o compuestos que se enlistan en la Tabla 1.9, en concentración mayor o igual a la permitida (ref.14).

CUADRO I. 7 RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS
GENERADOS POR LOS DIFERENTES TIPOS DE INDUSTRIAS

PROCESO O PRODUCTO	CORRIENTE RESIDUAL	CONSTITUYENTE PELIGROSO
QUIMICA ORGANICA		
Antibióticos	Disolventes no Halogenados	Bulanol, Acetato de Butilo, Acetona, Etilénglicol
Medicamentos	Disolventes Halogenados Disolventes no Halogenados	Dicloruro de Etileno Acetona, Tolueno, Xileno, Metanol, Acetonitrilo Clordano, dioxinas Cianuro, Acrilonitrilo
Pesticidas Acrilonitrilo		
QUIMICA INORGANICA		
Obtención de pigmentos de óxido de antimonio	Lodos provenientes del proceso de purificación del producto y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales como es la filtración	Arsénico, Antimonio
Dicromato de sodio y de potasio Acido fluorhídrico	Lodos resultantes de la precipitación, filtración, centrifugación	Cromatos Fluoruro de Calcio
Industria minero-metalúrgica Anhídrido arsenioso	Lodos resultantes de los reactores Metales pesados	Zn, Cu, Cr, Hg, Arsénico Arsénico III
REFINACIÓN DEL PETROLEO		
Refinación del petróleo	Lodos provenientes de los separadores API Fondos de los tanques de crudo Lodos remanentes de las torres de enfriamiento	Fenoles, Metales pesados, Aceite Fenoles, Aceite, Benzo-a-pirenos Fenoles, Metales pesados, Aceites
DEL HIERRO Y EL ACERO		
Coque Hornos eléctricos Fundido, rolado, galvanizado	Residuos de licor de amoníaco Emisiones de polvos Lodos	Fenol, Cianuro Plomo y otros metales pesados Aceite, Grasa, algunos metales pesados
Fundición de acero	Polvos, Lodos, Escorias	Zinc, magnesio, Cronio, Niquel, Plomo
DE LOS METALES NO FERROSOS		
Fundición de cobre	Suspensiones, Misceláneas, polvos, Lodos, Escorias	Cobre, Plomo, Zinc, Antimonio
Plomo Estaño primario Cobre obtenido por refinación electrolítica	Suspensiones ácidas Escorias Lodos	Metales pesados, Ácidos Estaño, Plomo, Arsénico Niquel, Zinc, Cobre, Cromo, Cadmio
DE LA GALVANOPLASTIA Y EL ACABADO METALICO		
Limpieza por tratamiento ácido	Lodos Residuales	Metales Pesados
Limpieza alcalina Cromado fosfatado Electrodeposición Niquel, cromo, cadmio zinc, cobre Acabados	Lodos Residuales Lodos Residuales Residuos misceláneos, por ejemplo de anodos Polvo Metálico, Solventes de Limpieza y Desengrasado	Metales Pesados Metales Pesados Metales Pesados, Aceite y Grasa, Cianuro y Disolventes Aceite y Grasa, Metales Pesados
DE LA CURTIDURIA		
Tenería que utilizan cromo en sus procesos Curtido de pieles Acabado de pieles	Lodos Residuales Lodos Residuales Residuos Finales	Cromo, Plomo, Cobre Cromo Disolventes, Cromo, Zinc, Plomo
DE LA PINTURA Y LOS RECUBRIMIENTOS		
Pinturas de aceite	Lodos Residuales Filtros del control de emisiones Lotes en mal estado	Disolventes y Pigmentos Tóxicos Pigmentos Tóxicos, Cadmio, Cobre Químicos Tóxicos, Materiales inflamables
Pinturas vinílicas	Lodos residuales Lotes en mal estado	Químicos Tóxicos Químicos Tóxicos
Recubrimientos	Lodos Residuales Lotes en mal estado	Disolventes, Químicos Tóxicos Disolventes, Químicos Tóxicos

TABLA I.8 RESIDUOS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE INDUSTRIAS

GRUPOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES	TIPOS DE INDUSTRIAS											
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	
I Residuos Inorgánicos												
Ácidos y Alcalis	x		x	x		x	x	x	x			
Residuos de cianuro				x								
Lodos de metales pesados				x	x	x	x					
Soluciones de metales pesados								x				
Residuos de asbestos					x	x						
Residuos sólidos (n.e.o.m)				x		x	x					
II Residuos oleosos y/o aceitosos								x				
III Residuos Orgánicos												
Disolventes halogenados agotados						x	x	x				x
Residuos de disolventes no halogenados	x					x	x	x	x			
Residuos PCB						x	x					
Residuos de pinturas y resinas						x	x	x	x			
Residuos Biocidas	x				x	x	x	x	x			
Residuos químicos orgánicos			x	x		x						
IV Residuos orgánicos putrescibles	x					x						
V Alto volumen/bajos residuos peligrosos		x	x			x		x				
VI Residuos diversos												
Residuos infecciosos	x											x
Residuos de laboratorio						x						x
Residuos Explosivos						x	x					x
n e o m = No especificados de otra manera												

CLASIFICACION INDUSTRIAL

A Agricultura, silvicultura, pesca y producción de alimentos, se incluyen las bebidas.
B Extracción mineral, minerales metálicos y no metálicos.
C Generación de energía
D Manufactura del metal, metalurgia ferrosa y no ferrosa, fundiciones.
E Manufactura de productos minerales no metálicos: cerámica, vidrio, asbestos, abrasivos etc.
F Industria química
G Artículos metálicos y para vehículos, maquinaria y equipo eléctrico y electrónico etc.
H Industria Textil, piel y del vestido e industria de la madera.
J Manufactura de papel, impresiones, publicaciones y laboratorios fotográficos.
K Servicios médicos, hospitales, laboratorios, servicios veterinarios.
L Servicios comerciales y personales, lavanderías, tintorerías, peluquerías etc.

TABLA 1.9 ALGUNOS DE LOS CONSTITUYENTES QUE HACEN PELIGROSO A UN RESIDUO, AL CONTENERLOS, POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE

CONSTITUYENTE	Concentración máxima permitida (mg/l)	CONSTITUYENTE	Concentración máxima permitida (mg/l)
Acilonitrilo	5	Hexaclorobutadieno	0.72
Arsénico	5	Hexacloroestaño	4.3
Bario	100	Isobutanol	36
Benceno	0.07	Lindano	0.06
Bis(2-cloroetil) éter	0.05	Mercurio	0.2
Cadmio	1	Metiletilacetona	7.2
Clordano	0.03	Metoxicloro	1.4
Clorobenceno	1.4	Nitrobenceno	0.13
Cloroformo	0.07	Pentaclorofenol	3.6
Cloruro de metileno	8.6	Piridina	5
Cloruro de vinilo	0.05	Plata	5
m-cresol	10	Plomo	5
o-cresol	10	Selenio	1
p-cresol	10	1,1,1,2 Tetracloroetano	10
Cromo	5	1,1,2,2 Tetracloroetano	1.3
2,4-D	1.4	2,3,4,6, Tetraclorolenol	1.5
1,2 Diclوروبenceno	4.3	Tetracloruro de carbono	0.07
1,4 Diclوروبenceno	10.8	Tolueno	14.4
1,2 Diclороetano	0.4	Toxafeno (canfeno clorado	0.07
1,1 Diclороetileno	0.1	técnico)	
2,4 Dinitrotolueno	0.13	1,1,1 Tricloroetano	30
Disulfuro de carbono	14.4	1,1,2, Tricloroetano	1.2
Endrín	0.003	Tricloroetileno	0.07
Fenol	14.4	2,4,5, Triclorofenol	5.8
Hepacloro (y su epóxido)	0.001	2,4,6, Triclorofenol	0.3
Hexaclorobenceno	0.13	2,4,5 TP (silven)	0.14

Inflamable si en solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen; cuando es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C; cuando no es líquido pero es capaz de causar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos; o cuando se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes (ref. 14).

c) Residuos Especiales. Este grupo incluye los desechos de hospitales, laboratorios clínicos, etc, es decir, los residuos patológicos que también se conocen como hospitalarios.

De la misma manera se incluyen los residuos radioactivos y aquéllos residuos que por sus características se ubican fuera de los residuos industriales o municipales, como pueden ser por ejemplo los residuos de los centros de investigación.

En general, los residuos especiales pueden ser peligrosos o potencialmente peligrosos representando un peligro para el medio ambiente y la salud, así, los residuos incompatibles se pueden combinar y producir reacciones violentas o liberación de sustancias peligrosas como gases y productos inflamables (refs. 12 y 13).

1.6 CONTAMINACION DEL AGUA

Las dos principales fuentes de contaminación del agua son la población y la industria. Debido al incremento demográfico y a las concentraciones industriales las demandas de agua pura han ido aumentando y ya se están produciendo importantes casos de escasez de agua en las zonas más habitadas; se construyen depósitos y se perforan pozos cada vez más profundos, medidas que a menudo afectan la cantidad disponible en toda una cuenca. La cantidad de agua aprovechable está limitada también, claro, por la contaminación de nuestras fuentes.

Se puede decir que la contaminación del agua es la adición a la misma de materia extraña indeseable que deteriora su calidad y se puede entender por calidad del agua su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, esto es, para uso del hombre y de los animales, para soporte de una vida marina sana, para riego de la tierra y para recreación (ref. 17).

Resulta práctico clasificar las sustancias extrañas en el agua según el tipo de sus partículas, ya que es el tamaño el que con frecuencia condiciona la eficacia de los diversos métodos de purificación. En la figura 1.10 se incluyen las impurezas más comunes de las aguas naturales; debe tomarse en cuenta que, a diferencia del aire, el

FIGURA I.10 IMPUREZAS EN LAS AGUAS NATURALES

ORIGEN	CLASIFICACION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS				
	suspendidas	coloidales		disueltas	
Atmósfera	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">polvos</div>		Moléculas Bióxido de carbono CO ₂ Bióxido de azufre SO ₂ Nitrógeno N ₂ Oxígeno O ₂	<i>iones positivos</i> Hidrógeno H ⁺	<i>iones negativos</i> Bicarbonato HCO ₃ ⁻ Sulfatos SO ₄ =
Tierra mineral y piedras	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Arena Arcillas Partículas de tierra mineral </div>		Bióxido de carbono CO ₂	Sodio, Na ⁺ Potasio, K ⁺ Calcio, Ca ²⁺ Magnesio, Mg ²⁺ Hierro, Fe ²⁺ Manganeseo, Mn ²⁺	Cloruro, Cl ⁻ Fluoruro, F ⁻ Sulfatos, SO ₄ ⁼ Carbonato, CO ₃ ⁼ Bicarbonato, HCO ₃ ⁻ Nitrato, NO ₃ ⁻ Diversos fosfatos
Organismos y sus productos de descomposición	Algas		Bióxido de carbono, CO ₂ Oxígeno, O ₂ Nitrógeno, N ₂ Sulfuro de hidrógeno H ₂ S Metano, CH ₄ Diversos desechos orgánicos, algunos de los cuales producen olor y color	Hidrógeno, H ⁺ Sodio, Na ⁺ Amonio, NH ₄ ⁺	Cloruro, Cl ⁻ Bicarbonato, HCO ₃ ⁻ Nitrato, NO ₃ ⁻
	Diatomeas Bacterias <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Tierra orgánica (manio)</div> Peces y otros organismos	Virus Materia orgánica colorante			

agua se considera "pura" cuando consta sólo de las moléculas de H₂O, cualquier otra molécula que se encuentre en el agua es una impureza.

1.6.1 Clasificación de los contaminantes al agua

a) Por el tamaño de partícula

-Partículas suspendidas: Partículas cuyo tamaño de diámetro va de 1 a 1000 μm . Son lo bastante grandes para depositarse a velocidades razonables y ser retenidas por los filtros comunes. Son también lo suficientemente grandes para absorber la luz y hacer, en esta forma, que el agua que contaminan se vea turbia y sucia (refs. 17 y 18).

-Partículas coloidales: Son tan pequeñas (diámetros de 0.1 a 0.01 μm) que su velocidad de depósito es insignificante y pasan a través de la mayoría de los medios filtrantes; por consiguiente, no se las puede eliminar del agua por sedimentación o filtración ordinaria. El agua que contiene partículas coloidales se aclara en el trayecto directo de la luz que la ilumina, pero se podrá ver turbia si se le observa a un ángulo recto con respecto al haz lumínico. Los colores de las aguas naturales, como el azul, el verde y el rojo de los lagos o mares, son debidos en gran parte a partículas coloidales (refs. 17 y 18).

-Materia disuelta: La materia disuelta no se deposita, no es retenida por los filtros y no enturbia el agua aún mirándola a un ángulo recto con respecto al haz de luz. Las partículas de la materia disuelta son de aproximadamente 1/1000 de μm de diámetro; estas pueden ser eléctricamente neutras (moléculas) o iones (refs. 17 y 18).

Por supuesto, las sustancias extrañas pueden clasificarse con base en otras propiedades además del tamaño de partícula, pueden clasificarse por ejemplo en vivas o inertes, orgánicas o minerales, radiactivas o no radiactivas, tóxicas o inofensivas, naturales o añadidas por el hombre.

Debe quedar claro que las aguas naturales nunca son puras y muchas de las "impurezas" o sustancias extrañas que se encuentran en estas aguas no se pueden considerar como contaminantes, por supuesto depende de la concentración y de la naturaleza de las mismas.

b) Por su naturaleza

Los contaminantes en el agua se pueden clasificar de la siguiente manera (ref. 19):

- Biológicos
- Químicos inorgánicos
- Químicos orgánicos, excepto pesticidas
- Pesticidas
- Contaminantes radiactivos

Para la clasificación anterior conviene ver la tabla I.11 en la que se enlistan los contaminantes de cada uno de los rubros anteriores.

TABLA I.11 LISTA DE CONTAMNANTES AL AGUA

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS	CONTAMINANTES QUÍMICOS ORGÁNICOS (EXCEPTO PESTICIDAS)	Hexaclorobenceno Hexaclorobutadieno Hexaclorociclopentadieno Hexacloroetano [deno(1,2,3-cd)]pireno (sophorone) Cloruro de metileno 2 metil, 4-6 dinitrofenol Naftaleno Nitrobenzeno 2 y 4-Nitrofenol N-Nitrosodimetilamina N-Nitrosodi-n-propilamina N-Nitrosodifenilamina 2,2-oxibis(1-cloropropano) PCB-1016 PCB-1221 PCB-1232 PCB-1242 PCB-1248 PCB-1254 PCB-1260 Pentaclorofenol Fenantreno Fenol Pireno 2,3,7,8-tetraclorodibenzodioxin 1,1,2,2-Tetracloroetano 1,1,1 tricloroetano Tricloroetano Triclorofluorometano 2,4,6 Triclorofenol Cloruro de vinilo	Endosulfan II Sulfato de Endosulfan Endrin Aldehído de Endrin Fenuron Fenuron-TCA Heptacloro Epóxido de Heptacloro Isodrin Lindrin Malathion Methiocarb Metoxiclolo Methacarbato Mirex Monuron Monuron-TCA Neburon Parathion methyl Parathion ethyl PCNB Fenthane Prometon Prometryn Propazine Propham Propoxur Sacbumeton Siduron Simazine Strobans Sweep 2,4,5-T 2,4,5-TP (Silvex) Tebuthiazine Trifluralin Fosfatos orgánicos con carbamatos Toxaleno Dicamba
Bacterias coliformes Estreptococos Virus Microorganismos que transmiten enfermedades humanas: -fiebre tifoidea -cólera -disentería -gastroenteritis etc.	Acenafteno Acenafileno Acroleína Acrilonitrilo Antraceno Benceno Benzidina Benzoantraceno Benzopireno Benzofluoranteno Benzoperileno Bencidloruro Bencil-butil-ftalato Bis(2-cloroetil) metano Bis(2-cloroetil) éter Bis(2-etilhexil)ftalato Bromodiclorometano Bromofloro Bromometano 4-Bromofenil fenil éter Tetracloruro de carbono 4-cloro 3-metil fenol Clorobenceno Cloroetano 2-cloro etil vinil éter Clorofloro Clorometano 2-cloronaftaleno 2-clorofenol 4- cloroetil fenil éter Cliseno Dibenzocantaceno Dibromoclorometano 1,2 diclorobenceno 1,3 diclorobenceno 1,4 diclorobenceno 3,3 diclorobencidina Diclorodifluorometano 1,1 dicloroetano 1,2 dicloroetano 1,1 dicloroetano trans-1,2 dicloroetano 2,4 diclorofenol 1,2 dicloropropano cis-1,3 dicloropropano trans-1,3 dicloropropano 2,4 diclorofenol 1,2 dicloro propano cis-1,3 dicloropropano trans-1,3 dicloropropano Dietilftalato 2,4 dimetil fenol Dimetilftalato Di-n-butilftalato Di-n-octilftalato 2,4 dinitrofenol 2,4 dinitrotolueno 2,6 dinitrotolueno Epiclorohidrina Etilbenzeno Fluoranteno Fluorano	PESTICIDAS Aldrin Ametryn Aminocarb Atraton Atrazine Azinphos methyl Barban α -BHC β -BHC δ -BHC -BHC(Lindano) Captan Carbaryl Carbophenothion Clordano Chlorophoram 2,4-D 4,4-DDD 4,4-DDE 4,4-DDT Demeton-O Dementon-S Diazinon Dichlofenthion Dichloran Dieldrin Dieldrin Dioxathion Disulfoton Dloron Endosulfan I	RADIATIVOS Beta Radio Radio 226 Estroncio Estroncio 90
CONTAMINANTES QUÍMICOS INORGÁNICOS	Aluminio Amoníaco Antimonio Arsénico Bario Berilio Boro Bromuro Cadmio Calcio Cloruro Cloro Cromo hexavalente Cobalto Cobre Cianuro Fluoruro Oro Carbonatos (Sodio y Magnesio) Hierro Nitrógeno Plomo Magnesio Manganeso Mercurio Molibdeno Níquel Nitratos y Nitritos Aceites y grasas Carbón Ortofosfatos Paladio Fenoles Fósforo Platino Potasio Rodio Rutenio Selenio Silica disuelta Plata Sodio Sulfatos Sulfuros Sulfuros Sulfatos Taleo Titanio Vanadio Zinc		

1.6.2 Formas comunes de medir el grado de contaminación del agua

a) El índice coliforme. Muchas enfermedades graves como la fiebre tifoidea, la disentería bacilar y la amébrica, el cólera, etc; se transmiten de un ser humano a otro a través de agua contaminada con excrementos humanos. Por lo general, estos organismos no son muy numerosos en las aguas contaminadas y su identificación es difícil por ese motivo. Sin embargo hay un organismo muy común en los excrementos humanos de fácil identificación, se trata del *escherichia coli*, una bacteria que es uno de los habitantes naturales y más abundantes del intestino humano.

Como el hábitat natural del *E. coli* es el intestino humano, estas bacterias no sobreviven en arroyos y lagos y mueren rápidamente al dejar el cuerpo humano. Así es como la *E. coli* no sólo indica la existencia de excrementos humanos, sino también el tiempo de ocurrencia de los mismos, lo cual significa un peligro considerable para la salud pública.

El índice coliforme mide la concentración de estas bacterias en el agua y suministra así una indicación del grado probable de contaminación debida a excrementos humanos. Es la prueba bacteriológica más común para medir la calidad del agua. En Estados Unidos por ejemplo, se acepta una proporción de 240 *E. coli* por mililitro; para el consumo se prefiere que el resultado sea negativo, es decir ninguna bacteria (refs. 18 y 21).

b) Oxígeno disuelto (OD). Los compuestos orgánicos en las aguas residuales han creado muchos problemas de contaminación como resultado de su efecto en las fuentes de oxígeno del medio ambiente. Los compuestos orgánicos solubles en agua de bajo peso molecular, tienden a ser biodegradados por las bacterias y hongos consumiendo el oxígeno. Las bacterias descomponen la materia orgánica presente en el excremento humano, formando productos más simples e inofensivos cuando se les suministra una cantidad suficiente de oxígeno disuelto, de lo contrario no pueden realizar esta tarea; el contenido de oxígeno disuelto en una fuente de agua es, por lo tanto, una indicación útil de su condición general.

La máxima cantidad de oxígeno que puede contener un litro de agua a la presión atmosférica del nivel del mar y a una temperatura de 20 °C, es de 9 miligramos. Un índice de 5 a 7 miligramos de oxígeno disuelto por litro indica que esa fuente de agua se encuentra en buenas condiciones (EPA). Los registros inferiores a 4 indican una sobrecarga orgánica y advierten que la corriente de agua está en peligro de degradarse (refs, 18 y 21).

c) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Mientras que el oxígeno disuelto indica la condición actual de una fuente de agua, la demanda bioquímica de oxígeno mide la

intensidad de un tipo determinado de contaminante y la presión que ejercerá sobre el oxígeno de dicha corriente de agua. Cuando se le mide en la fuente misma, la DBO puede indicar la carga orgánica o la de alimentos nutritivos para plantas y organismos presentes en ese momento. La DBO mide la cantidad de oxígeno utilizada para cumplir con las necesidades metabólicas de los microorganismos aerobios en el agua.

Para determinar la DBO se diluye una muestra del agua contaminada con agua destilada completamente oxigenada. Se determina la cantidad inicial de oxígeno y luego la mezcla es sellada y colocada en un lugar oscuro para que no pueda realizarse la fotosíntesis. La muestra se convierte así en un ecosistema cerrado. A medida que los microorganismos crecen en el ambiente de prueba, utilizan el oxígeno disuelto. Cuanto más material biológicamente oxidable haya en el ambiente de prueba, mayor será el número de microorganismos que puedan crecer y reproducirse, utilizando mayor cantidad de oxígeno. Al cabo de cinco días en la oscuridad se mide nuevamente el contenido de oxígeno y la diferencia entre la lectura inicial y la final es la DBO (refs. 18 y 21).

Algunas lecturas significativas de la DBO son las siguientes:

MATERIAL	DBO*
Excrementos de una comunidad residencial	150 a 250
Procesamiento de leche y/o desechos de elaboración y envasado de conservas	5,000 a 6,000
Desechos en una fábrica de pasta para papel	10,000 a 15,000
<u>* (al cabo de 5 días (mg/lit))</u>	

Así es como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) es una estimación de la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua.

d) Demanda Química de Oxígeno. Cantidad de oxígeno requerida para oxidar, bajo condiciones específicas, la materia orgánica y la inorgánica oxidable contenida en el agua. Se expresa en mg/dm³ de oxígeno y proporciona una medida de la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas, bajo las condiciones en las que se efectúa esta prueba (refs 18 y 21).

e) Otros indicadores de contaminación. Hay muchas otras maneras de medir la contaminación del agua, así por ejemplo, es necesario conocer la acidez y alcalinidad de las aguas (pH), su turbidez, su dureza (identificación de carbonatos de calcio y magnesio), la cantidad de sus residuos filtrables, no filtrables y sedimentables, todos los metales que se encuentran presentes y sus concentraciones, la temperatura, etc.

Otras maneras de medir los contaminantes orgánicos es con la prueba del carbón orgánico total (COT) y también por la medición total de los fosfatos presentes en el agua.

Las aguas residuales deben tener valores de pH entre 6 y 9 para que el impacto medio ambiental sea mínimo. Las aguas residuales con valores de pH menores a 6 tienden a ser corrosivas y con valores de pH por encima de 9 tienden a precipitar iones metálicos en forma de carbonatos o hidróxidos.

Para conocer la calidad de las aguas también se determinan la cantidad de grasas y aceites, de materia flotante, de color, de sustancias activas al azul de metileno (detergentes), etc.

Por otro lado, además de las formas de medir el grado de contaminación del agua antes mencionadas, existen otras pruebas mucho más selectivas y sofisticadas que evalúan la calidad del agua, pruebas como las de mutagenicidad, genotoxicidad y otras más específicas.(refs. 18 y 21).

Para darse una idea de los contaminantes más frecuentes en los efluentes líquidos de diferentes tipos de industrias conviene ver la tabla 1.12.

REFERENCIAS

- 1 Leff, Enrique (coordinador); *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, 1era. edición, Siglo veintiuno editores, México 1986.
- 2 Elsom, Derek; *La contaminación atmosférica*, 1era. edición, Ed. Cádiz, España 1990.
3. Consejo de la calidad ambiental y el departamento de estado de los Estados Unidos; *Futuro global: tiempo de actuar*, Siglo veintiuno editores, España 1984.
4. Gorz, André y Bosquet M., *Ecología y política*, Ed. El viejo topo, España 1982.
- 5 Alpone, Juan Marfá; *Maniobras mundiales sobre ecología*, periódico La Jornada, 1ero. de marzo de 1989.
6. Morfn, Edgar; *El método, la vida de la vida*, 1era. edición, Ed. Cádiz, España 1983.
- 7 Odum, Eugene; *Ecología: estructura y función de la naturaleza*, 8° edición, Ed. CECSA, México 1973.
- 8 Oliver, Santiago R.; *Ecología y subdesarrollo en América Latina*, 4° edición, Siglo veintiuno editores, México 1988.
- 9 Leyes y códigos de México, *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente*, 4° edición, Ed. Porrúa, México 1991.
- 10 Perry, Robert H., Green D. ; *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6° edition, Ed. Mc Graw-Hill international editions, Japón 1988.
- 11 Caselli, Maurizio; *La contaminación atmosférica*, 1era. edición, Siglo veintiuno editores, México 1992.
- 12 Colegio de bachilleres, Centro de actualización y formación de profesores; *Contaminación*, 1era edición, CAFP, México 1990.
- 13 Lopez Rincón Marco A., Reyes R. O.; *Tesis: Introducción a los residuos industriales y su disposición final*, UNAM, Facultad de Química, México 1989.
- 14 SEDUE, *Gaceta Ecológica No. 11*, México 1990.
- 15 Metry A. Amir y colab.; *Handbook of hazardous waste management*, 4° edición, Ed. Pergamon Press, USA 1984.

- 16 Batstone, Roger, Smith J. E., Wilson D. ; *The safe disposal of hazardous wastes: the special needs and problems of developing countries*, Vol I, The World Bank technical paper number 93, Washington 1989.
- 17 Terradas J., *Ecología y educación ambiental*, Omega, España 1979.
- 18 Foster, Philipps W., *Contaminación: Introducción a la ciencia ambiental*, El Ateneo, Buenos Aires 1978.
- 19 EPA, Federal Register part III: *Guidelines establishing test procedures for the analysis of pollutants under the clean water act* , 40 CFR Part 136, USA 1984.
- 20 Vergara, Morán, Gerardo M., *Tesis: Estudio de la normatividad en el area de la contaminación ambiental*, UNAM, Facultad de Química, México 1990.
- 21 Departamento de sanidad del estado de Nueva York, *Manual de tratamiento de aguas negras*, 1era. edición, Ed. Limusa, México 1990.

CAPITULO II

Objetivo

Identificar a través de un análisis muy general las políticas de acción de algunos países y bloques del mundo, para así reconocer las diferencias en el desarrollo y alcances que hasta ahora se han venido dando en materia de legislación ambiental, más adelante ésto servirá para comparar la política de acción mexicana con el entorno internacional.

2.1 INTRODUCCION

Poco a poco, a lo largo de la historia, primero como consecuencia de la preocupación de los problemas de contaminación a escala local, después como la toma de conciencia de un problema que se extendía al nivel nacional, y más tarde, con el reconocimiento de la problemática ambiental a escala mundial, los gobiernos de la mayoría de los países del mundo han expresado su preocupación a través de la creación de nuevos ministerios o departamentos dedicados a tratar todo lo relacionado con el ambiente y su deterioro y preservación, y se han formulado leyes, acuerdos y tratados, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Frente a ello un poderoso fenómeno de concientización acerca de la crisis ecológica, ha tenido lugar en la mayoría de las sociedades industriales que se ha expresado en la multiplicación y proliferación de grupos sociales y de presión involucrados en la resolución de los conflictos ambientales.

Fueron los movimientos ecologistas, la preocupación pública y los medios de comunicación de ciertos países los que, debido a algunos accidentes ecológicos de importancia, comenzaron a presionar a los gobiernos para la resolución de la contaminación y la mejora de la calidad ambiental; como consecuencia de ello se introdujeron legislaciones y programas y más tarde, a raíz del reconocimiento del transporte de contaminación más allá de las fronteras, agencias y organismos de protección ambiental internacionales.

Los países más desarrollados fueron los primeros en preocuparse por la calidad de su medio ambiente, la industrialización y las concentraciones urbanas comenzaron a generar serios desajustes y deterioros ambientales que amenazaban no solamente con

los suministros de recursos finitos no renovables sino con la salud de los seres humanos y del entorno.

A finales de la década de los 60, el deterioro ambiental se planteaba ya como un problema político de dimensiones nacionales e internacionales.

Aún cuando la contaminación fué casi tan grave en algunas ciudades de países subdesarrollados que crecieron rápidamente (Cd. de México, Sao Paulo, Pekín, Bangkok), en ninguno de éstos países la contaminación llegó a ser una cuestión pública como lo fué en aquellas décadas en los países desarrollados; a finales de los sesenta la política de los países subdesarrollados se centró en los asuntos de índole económico y no en los de control y protección ambiental, más bien se expresaba la preocupación de que al tratar esos asuntos se redujeran los índices de crecimiento industrial y por tanto económico (ref.1).

Sin embargo, a raíz de la celebración de conferencias y tratados internacionales, los países subdesarrollados fueron reconociendo la importancia de la protección de los recursos, dándose cuenta de los peligros a todo nivel que genera la degradación del ambiente.

Es un hecho que muchos problemas actuales de contaminación son una consecuencia directa del rápido incremento demográfico y de la concentración de poblaciones en grandes aglomeraciones urbanas; es por esto que los países subdesarrollados actualmente se han convertido en los contaminadores más significativos debido no sólo al aumento de su índice demográfico, sino a la instalación de plantas industriales de países cuya legislación es más rígida y debido también a la compra y utilización de pesticidas y otros productos peligrosos.

En resumen, resulta claro darse cuenta, que por un lado son las concentraciones urbano-industriales, el crecimiento de la población, el subdesarrollo tecnológico y todos los problemas que ésto acarrea (sobreexplotación de los recursos, inexistencia de planeación urbana y rural, aumento del parque vehicular, industrias contaminantes, hacinamiento de la población etc) y por el otro, que son las legislaciones de control y protección demasiado flexibles y la importancia prioritaria de los gobiernos al desarrollo económico-industrial, los factores que constituyen el conflicto de todos los países del mundo; es decir, tanto la contaminación, como la política de control de contaminación constituyen un conflicto.

Es cierto que los problemas del ambiente de países desarrollados y subdesarrollados se plantean desde puntos de vista diferentes en tanto que viven etapas

de desarrollo y culturas distintas, las prioridades evidentemente no son las mismas y por tanto las acciones y legislaciones en éste sentido varían considerablemente.

Este capítulo tiene como objetivo identificar, através de un análisis muy general en tanto que el tema es sumamente extenso, las políticas de acción de algunos países y bloques del mundo, para así poder reconocer las diferencias de criterio, desarrollo y logros que hasta ahora se han venido dando en materia de legislación ambiental; más adelante esto servirá para comparar la política de acción ambiental de nuestro país con el entorno internacional (refs. 1,6 y 9).

2.2 ESTADOS UNIDOS

2.2.1 Legislación

Desarrollo de promulgación de leyes. La primera legislación referente al control de la contaminación que se promulgó en E.U. fué a finales del siglo pasado (1881) y ésta era de carácter municipal (Chicago, Cincinnati); la preocupación por la contaminación se centraba en las emisiones de tipo visible, es decir, en emisiones como por ejemplo de humos densos negros y grises; se consideraba que la contaminación por tanto debía ser tratada en un ámbito local (ref.1).

Este primer intento para legislar sobre la protección del ambiente dió la pauta para que otros estados comenzaran a formular leyes y a preocuparse de cómo controlar las emisiones contaminantes en sus territorios, así fué como en 1902 la mayoría de las ciudades de Estados Unidos ya contaban, si no con leyes en el sentido estricto, sí con programas de disminución de contaminantes (humos, residuos y desechos sólidos).

En 1947, California promulgó sus leyes ambientales considerando factores más complejos además de las emisiones visibles, y en Oregon (1952) entró por primera vez en vigor una legislación exhaustiva sobre el control de contaminación. La Ley de Control de Contaminación del Aire de California de 1947 (California Air Pollution Control Act) manejaba una política flexible, se limitaba tan sólo a proponer mecanismos de acción y presentaba un programa de control de contaminación sin exigir su cumplimiento obligatorio (ref. 2).

A raíz de las investigaciones realizadas y de los nuevos conocimientos sobre la problemática ambiental las leyes fueron evolucionando y siendo más exigentes y precisas, así por ejemplo , al saberse que el smog de Los Angeles se debía fundamentalmente a los vehículos de motor, refinerías de petróleo e incineradores domésticos y que éstos se convertían en agentes irritantes mediante reacciones fotoquímicas, se promulgó en 1960 la "Ley para el Control de la Contaminación de los

Vehículos de Motor" (Motor Vehicle Pollution Control Act), ésta ley ya exigía que todos los vehículos nuevos incluyesen ciertos elementos tecnológicos certificados de control de contaminación, cinco años después ésta se convirtió en una ley federal y entró en vigor la "Ley de Estudio de los Escapes de los Vehículos de Motor" (Motor Vehicle Exhaust Study Act) (refs. 1 y 2).

California lideró en E.U. con su promulgación de leyes, las que más tarde adoptarían otras ciudades que se vieran en problemas serios, como Nueva York y Filadelfia en la década de los sesenta (refs. 3 y 4).

En 1955 se promulgó la "Ley de Contaminación del Aire" (Air Pollution Act), ésta era ya una legislación nacional, sin embargo su política de acción resultó insatisfactoria debido al hecho de que delegaba todos los esfuerzos normativos sobre el control a los gobiernos de cada estado y entidades locales, los progresos eran lentos y los problemas diversos.

El concepto de "estándares de calidad del ambiente" (normas) dió forma y fundamento a las leyes promulgadas en las décadas siguientes, así como a los cambios hechos a éstas. La presión pública y los movimientos ecologistas jugaron un importante papel en la creación y la formulación de las leyes y sus modificaciones (refs. 1,3 y 4).

Es importante darse cuenta que los factores políticos, económicos y sociales son los que hacen y deshacen las leyes, no sólo en Estados Unidos, claro, sino en todos los países del mundo; no resulta sorprendente que las crisis y recesiones económicas, la presión de grupos ecologistas, los datos que la ciencia y sus investigaciones arrojan, la inconformidad y pasividad de algunos industriales, los accidentes; sean los que aceleren, aprueben y desapruében la creación de las legislaciones ambientales (ref. 1).

Algunas de las leyes emitidas por E.U. para el control de contaminación que actualmente rigen son las siguientes:

- The clean air act (CAA)
- The clean water act (CWA)
- The safe drinking water act (SDWA)
- The ocean dumping ban act (ODBA)
- The federal endangered species act (FESA)
- The solid waste disposal act (SWDA)
- Resource conservation and recovery act (RCRA)
- Hazardous and solid waste amendments (HSWA)
- The comprehensive environmental response, conservation and liability act (CERCLA)
- The federal insecticide, fungicide and rodenticide act (FIFRA)
- Toxic substances control act (TSCA)

Las anteriores son algunas de las leyes emitidas por el gobierno de los Estados Unidos para la protección y control de su medio ambiente; algunas de ellas como la CAA, la CWA, la ODBA, la RCRA, la CERCLA, la FIFRA y la TSCA están a cargo de la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) (ref.2).

Ejecución de leyes

La postura de las leyes promulgadas antes de la década de los sesenta era fundamentalmente flexible, se sugerían acciones para control de contaminación y protección del medio ambiente pero no se exigía el cumplimiento de dichas recomendaciones, de tal manera por ejemplo, que no se afectaba el habitual nivel de actividad de la Industria.

La Ley de Contaminación del Aire de 1955 (Air Pollution Act) delegaba los esfuerzos normativos sobre control a los gobiernos de cada Estado y éstos a su vez a las entidades locales, así, la ejecución de las leyes era lenta y la actitud ante las mismas francamente pasiva; todavía en 1967 con la promulgación de la Ley de Calidad del Medio Ambiente, que ya exigía el establecimiento de estándares de calidad con sus respectivos planes diseñados para lograrlos y con la amenaza de intervención por parte del gobierno federal ante su incumplimiento, los progresos eran pobres.

Con las modificaciones hechas a las leyes y con la imposición de los llamados "estándares de control de contaminación" (normas que imponen un límite máximo permisible de emisión de un cierto contaminante), se comenzó a adoptar una actitud más estricta y exigente por parte del gobierno federal, los movimientos ecologistas y la opinión pública jugaron un importante papel para hacer valer su cumplimiento y para que éstas fueran a su vez exigentes y con suficiente poder como para presionar a los gobiernos estatales hacia una acción más rápida (ref.1).

Esta fuerte presión ejercida sobre la política ambiental del gobierno, contribuyó a la creación en diciembre de 1970 de un departamento especial que fuera capaz de implantar la nueva legislación y controlar su cumplimiento: la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA). EPA tenía entre otros objetivos el de mejorar la ejecución de las leyes, unificando los estándares para que éstos fueran los mismos en todo el país y haciendo que cada Estado presentara un plan estatal de ejecución (State Implementation Plan, SIP), plan en el que cada Estado debía comprometerse mediante acciones específicas al cumplimiento de los estándares en un plazo determinado.

Muchos Estados se vieron en serios problemas para cumplir con las fechas límite, los industriales argumentaban dificultades económicas que afectaban su competitividad con fabricantes extranjeros y el aumento del precio del combustible con

bajo contenido de azufre significaron fuertes presiones que demandaban la flexibilización de los plazos para la implantación de los estándares; ésto dió como resultado las enmiendas o modificaciones hechas a la Ley de Control de Contaminación del Aire de 1977 y fué así que se pospusieron las fechas tanto para el cumplimiento de los estándares como para la aprobación de los SIP (ref.5).

Con todo lo anterior, se tuvo que pensar en el desarrollo de estrategias a largo plazo, aún así se obligaba a las fuentes contaminantes a utilizar la tecnología más conveniente para disminuir las emisiones contaminantes (best available retrofit technology, BART) (ref.1).

Resulta importante mencionar que EPA no contaba con la suficiente autoridad, a pesar de la flexibilidad para el cumplimiento de los estándares en 1979, muchas zonas no cumplieron por lo que EPA se vió obligada, en varias ocasiones, a modificar el valor límite de los estándares o normas debido a las presiones ejercidas por la industria.

Aún así, por ejemplo, durante el período 1975-1984 los niveles de algunos contaminantes descendieron significativamente en las zonas urbanas del territorio americano.

Uno de los esfuerzos de ejecución de años recientes se ha enfocado a los problemas de contaminación en la frontera, EPA ha creado normas que prohíben el traslado de residuos peligrosos de un país a otro sin el conocimiento y total consentimiento del país receptor; en el caso de la frontera con México, existe ya un acuerdo de cooperación para protección y mejora del ambiente fronterizo, existe un acuerdo bilateral para asegurar que los residuos peligrosos y las sustancias tóxicas no crucen la frontera sin notificación y consentimiento del país receptor. En este sentido, EPA trabaja intensamente para detectar movimiento de cargas y traslado de residuos peligrosos en la frontera (ref.2).

Actualmente, el sistema estadounidense de ejecución de leyes de control del ambiente trabaja delegando la responsabilidad a los gobiernos estatales, de la misma manera que como se hacía en los sesentas y setentas, el gobierno de cada estado sigue sus propios planes, reglas y normas. Los Estados fronterizos como California, Arizona, Nuevo México y Texas tienen programas de ejecución más fuertes, ésto es debido en parte a que tratan de mitigar el impacto fronterizo de la contaminación con que México contribuye y que puede llegar a incrementarse con la fuerte actividad industrial que resultará del tratado de libre comercio; aún así EPA está al pendiente de la actuación de cada Estado en materia ambiental (refs. 1, 2 y 3).

2.2.2 Creación de organismos y programas

Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés)

El organismo más importante creado por los Estados Unidos para el control del cumplimiento de la legislación es la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA). EPA tiene los siguientes objetivos de acción (ref.4):

- Implantar y unificar los estándares nacionales de calidad del ambiente (national ambient air and water quality standards, NAAWQS) para la protección de la salud y el bienestar público, EPA debe tratar que dichos estándares sean los mismos en cada uno de los estados del país y que éstos sean cumplidos mediante las acciones de los planes estatales de ejecución (SIP) presentados. En caso de que un estado no lo desarrolle debidamente o presente un plan insatisfactorio EPA puede intervenir directamente mediante acciones legales.

- Establecimiento de unos estándares nacionales unificados de funcionamiento para nuevas industrias (new source performance standards, NSPS). Estos estándares federales de funcionamiento son aplicables a las nuevas fuentes estacionarias así como a las reformas en curso de plantas ya existentes. Desde 1971 EPA regularmente promulga y revisa dichos estándares; antes de la puesta en operación de una planta industrial, ésta deberá ser inspeccionada por agentes estatales o federales (inspectores) para certificar el correcto funcionamiento de los sistemas de control de contaminación.

- Establecimiento de restricciones uniformes para emisiones de nuevos vehículos de motor.

- Dar seguimiento a las acciones legales que resulten del incumplimiento de los estándares y leyes. Diversos movimientos ecologistas han utilizado en varias ocasiones éste derecho para presionar a EPA.

- Iniciación de programas de investigación con presupuesto para valorar las causas y efectos de la contaminación.

Programas

Programa de prevención de deterioro significativo (Prevention of significant deterioration plan, PSD)(ref.1).

Aunque naturalmente la atención iba dirigida a mejorar las zonas "sucias", un movimiento ecologista ("Sierra Club") consiguió a través de los tribunales que EPA asegurara que las zonas "limpias" no sufrirían degradación. El Congreso incorporó este principio a las modificaciones de ley de 1977 creando el programa de prevención de deterioro significativo. Este programa asegura un nivel de protección para zonas

"limpias" por encima de los establecidos para los estándares de calidad del ambiente. El programa no sólo establece que se apliquen para las nuevas fuentes de contaminación mejoras posibles en las técnicas de control para minimizar el impacto sobre la calidad del medio ambiente, sino que limita cualquier tipo de contaminación adicional. El programa PSD especifica tres tipos de zonas:

Clase I : Zonas en las que prácticamente no se permitirán cambios en la calidad del ambiente actual. Las zonas principales incluyen parques nacionales y zonas vírgenes nacionales que cubren aproximadamente el 1% del territorio nacional.

Clase II : Zonas en las que se permiten cambios o crecimientos económicos moderados y para las que no se desean unos requisitos estrictos de calidad del ambiente.

Clase III : Zonas en las que se consentirá un crecimiento industrial considerable y en las que el aumento en la concentración debe tomar en cuenta los estándares de manera estricta.

EPA permite a los gobiernos estatales clasificar sus zonas. Para cumplir con el PSD, el industrial debe seguir los siguientes puntos:

- El estudio por parte de la compañía de la calidad del ambiente de la zona en la que se propone establecer durante el período de un año, (estudios de impacto y riesgo ambiental).

- Deberá demostrar que la contaminación emitida por la planta propuesta se mantiene dentro de los incrementos de la contaminación permisibles (refs. 1,2, 4 y 5).

2.2.3 Estrategias

Las estrategias representan el camino a seguir para lograr minimizar el impacto de la contaminación ambiental, Estados Unidos ha adoptado las siguientes:

- Ha creado estándares nacionales de emisión, los cuales deben ser establecidos y seguidos por cada uno de los estados del país. Estos estándares son las medidas que ponen un límite a la emisión de contaminantes para asegurar una cierta calidad ambiental.

- La creación de los programas estatales de ejecución (SIP) que en sí mismos representan la ruta de acción que deberá seguir un estado a corto, mediano y largo plazo para cumplir con los límites que imponen los estándares nacionales de emisión.

-Protección de las zonas "limpias" o poco contaminadas definiendo dichas áreas para que en ellas se ejerzan acciones más estrictas y que éstas sean conservadas (programa PSD).

-El fomento a la investigación que permite avanzar en el desarrollo de mecanismos que lleven a un mejoramiento en las acciones de control de contaminación.

-La puesta en marcha de la estrategia conocida como "estrategia burbuja". Esta estrategia consiste en otorgar a la directiva de las plantas industriales la suficiente libertad para lograr el medio más sencillo y barato para adecuarse a los estándares de control de contaminación. La práctica normal era que EPA y los departamentos estatales de control establecieran los límites de emisión de contaminantes aplicables a cada respiradero, chimenea o demás fuentes de contaminación de una planta en particular. La estrategia de "burbuja" considera a la planta, o grupo de plantas encerrada en una burbuja; EPA determina los límites del total de emisiones para cada tipo de contaminante, dejando a la disposición de la dirección de la planta la forma de lograr el cumplimiento de los estándares. Los equilibrios entre fuentes de contaminación dentro de la "burbuja" deben referirse a un mismo contaminante.

En 1983 EPA ya había aprobado o propuesto la implantación de 150 burbujas, lo que significaba un ahorro para las industrias de varios millones de dólares y una acción contra la contaminación que resultaba efectiva.

-Otra de las estrategias utilizadas por este país para lograr avances en el control de la contaminación es la llamada "política del mercado de emisiones" (emission trading policy) que se puso en marcha en 1982 y que básicamente se refiere a una acción de compensación de emisiones que permita a los industriales tener mayor libertad en el cumplimiento de la legislación, así por ejemplo, los promotores de una nueva planta propuesta deben compensar la contaminación causada por su planta, no solamente reduciendo sus emisiones propias mediante equipo de control, sino también costeadando la reducción de las emisiones de otra empresa de la zona o comprando una planta vieja de la zona para cerrarla.

Es así como las compensaciones crean un mercado extraoficial de "créditos" para la reducción de las emisiones contaminantes. Muchas empresas que siguen la política de la estrategia "burbuja" descubren que la contaminación resultante es menor que la permitida por la ley y esto les concede "crédito" para una mayor contaminación futura. La EPA estableció una red bancaria para vender créditos de una empresa a otra. La política de mercado de emisiones abrió un nuevo capítulo en la flexibilidad de las leyes federales.

Debe mencionarse que tanto la estrategia "burbuja" como la estrategia de la "política del mercado de emisiones" no dejan de ser experimentaciones y pruebas que sigue la EPA para adoptar posturas flexibles frente a los industriales, de manera tal que éstos sientan libertad de acción, pero que cumplan al mismo tiempo (refs. 1 y 5).

2.2.4 Industria y movimientos ecologistas

A finales de la década de los sesenta, el deterioro del ambiente se planteó como un problema político más o menos simultáneamente en varios países industrializados. Antes de esto, la preocupación pública por la calidad ambiental se había limitado generalmente al problema local. Esto cambió rápidamente en el sentido de que los ciudadanos tomaron conciencia de que los problemas del ambiente estaban haciéndose más numerosos y más serios. Ya en la década de los setenta, las dimensiones nacionales e internacionales del problema de la contaminación fueron puestas de relieve por grupos de presión y medios de comunicación.

En Estados Unidos se criticó mucho la Ley del Medio Ambiente de 1968 porque otorgaba poderes muy limitados al ministerio de salud, educación y bienestar para presionar a los Estados sobre acciones más rápidas. La presión pública iba en aumento demandando políticas más efectivas que vencieran la oposición de los grupos políticos con intereses en la industria.

El movimiento ecologista (environmental movement) representó una fuerza política importante en la década de los setenta, presionando al gobierno para que se logaran enmiendas a las leyes establecidas y que éstas fueran más estrictas.

El hecho de que muchos Estados no pudieran cumplir con el calendario legislativo de los programas estatales de ejecución (SIP) y el consecuente cumplimiento de los estándares, tuvo mucho que ver con la resistencia que mostraba la industria para implementar los equipos de control de contaminación.

Una de las críticas más frecuentes de la industria acerca de la política de control de contaminación es que causa importantes daños a la economía, colaborando al aumento del desempleo. Los industriales mantienen que el costoso equipo para el control de las emisiones que las empresas deben adquirir, instalar y mantener ocasiona el cierre de numerosas plantas; sostienen que los controles que deben ejercerse sobre las nuevas fuentes estacionarias retrasa e incluso impide la construcción de plantas industriales, restringiendo la capacidad de crecimiento de la economía.

Debido a la actitud que mostraban los industriales, EPA se vió varias veces en la necesidad de flexibilizar las normas y estándares así como los plazos que se fijaban para

su cumplimiento, por otro lado, los grupos ecologistas se encargaban de retar continuamente a EPA ante cualquier actitud flexible sobre las políticas de control de contaminación.

El escaso éxito de la administración Reagan en intentar suavizar las normas sobre el control de contaminación, normas que según los industriales son las culpables de refrenar el crecimiento económico, es el resultado de la todavía férrea voluntad de los grupos ecologistas en mejorar la calidad del ambiente en ese país (ref. 5).

Actualmente los industriales y los ambientalistas continúan sin coincidir en el equilibrio entre ambas metas (refs. 1 y 5).

2.2.5 Acciones legales

Las leyes medio ambientales de los Estados Unidos poseen instrumentos legales para hacerse valer y asegurar su cumplimiento, la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) está capacitada para sancionar toda violación a las leyes, puede llevar casos a los tribunales, imponer multas e incluso encarcelar ante el incumplimiento de la legislación.

Las sanciones administrativas van desde multas por violaciones menores que pueden ir de 5,000 a 25,0000 dólares por día de violación, hasta 200,000 dólares por día de violación en caso de acciones más graves.

Los estatutos de acciones legales contra las violaciones varían según la ley, pero en caso de violaciones consideradas como "graves", éstas son remitidas al departamento de justicia, que se hace responsable del procesamiento criminal.

Sin embargo, los arreglos negociados son ampliamente utilizados en los Estados Unidos, aproximadamente el 95% de los casos de violación que detecta EPA son eventualmente concluidos en un arreglo negociado.

De 1988 a la fecha, EPA ha conducido 1,111 casos al Departamento de Justicia y en 1990 tan sólo, la EPA condujo 375 casos por ejecuciones judiciales civiles y 65 casos por acciones criminales al departamento de justicia (ref. 2).

2.3 GRAN BRETAÑA

2.3.1 Legislación

Desarrollo de promulgación de leyes

En este país los primeros pasos en materia de control de contaminación se dieron en 1819, el Parlamento designó un comité para averiguar cómo podría hacerse menos perjudicial para la salud pública el funcionamiento de los motores de vapor y de los hornos. Se puede decir que el origen de los planteamientos modernos para controlar la contaminación del ambiente apareció en la Ley de Alcalis de 1863; las plantas industriales que elaboraban álcalis, sulfato sódico o potásico contaminaban notoriamente el ambiente.

La Ley de Alcalis exigía que el 95% de las emisiones agresivas debían ser eliminadas y que el 5% restante debía ser disuelto adecuadamente antes de que pudieran introducirse a la atmósfera. Una posterior Ley de Alcalis se promulgó en 1874 exigiendo a los propietarios de las industrias la aplicación de los "mejores medios posibles" para evitar la contaminación. Las Leyes de Alcalis tenían como objetivo principal controlar los contaminantes emitidos por las industrias y para ello se habían enlistado una serie de gases considerados agresivos y nocivos, de la misma manera se habían reconocido una serie de procesos inadecuados.

Más tarde, con la intención de establecer principios más rigurosos, se aprobó el Acta de Registro de Trabajos de Alcalis (1906).

En Gran Bretaña el desarrollo del control de la contaminación, sobre todo de la contaminación atmosférica, se vio intensamente influido por el caso del "smog" londinense de 1952 que provocó un aumento dramático del número de muertes debido a enfermedades respiratorias; el hecho de que los medios de comunicación participaran tan profundamente en el suceso obligó al gobierno a tomar medidas más serias y fue por esto que en 1953 el gobierno creó una comisión para investigar los problemas nacionales de contaminación ambiental; para 1956 la Ley del Medio Ambiente fue aprobada (ref.1).

Por otro lado, para aumentar la eficacia con la que el gobierno central podría tratar la cuestión de contaminación se creó el Departamento del Medio Ambiente en 1970 (ref.8).

Las medidas estipuladas por la ley eran administradas por lo que en aquella época se llamó la "Inspección Nacional de Alcalis" y que más tarde, en 1987, con el desarrollo y el avance de los conocimientos científicos fue rebautizada como la "Inspección de Contaminación Integrada".

La Ley del Medio Ambiente ha responsabilizado siempre a las autoridades locales para el estudio y regulación de los procesos contaminantes que se llevan a cabo en sus respectivas regiones y que de hecho no están incluidos en las listas de la Ley del Medio Ambiente de 1956. Esta ley también otorgaba a las autoridades locales el poder de designar "áreas de control de humo".

Es verdad que Londres ha experimentado la peor contaminación fotoquímica en el Reino Unido a causa de su concentración de emisiones precursoras de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, aún así, en varias ocasiones los niveles de ozono han sido altos simultáneamente en muchas zonas del país; esto confirma que las masas de aire contaminado con ozono y otros contaminantes han sido importados de Europa continental, lo que indica que Gran Bretaña aunque geográficamente aislada, no puede resolver sus problemas de contaminación controlando solamente las emisiones propias; la cooperación con otros gobiernos europeos es esencial si se quiere controlar con eficacia un problema que es ya internacional como el caso por ejemplo de la contaminación fotoquímica.

La entrada a la Comunidad Europea en 1973 proporcionó la oportunidad de comenzar dicha cooperación aún cuando hasta la fecha las discrepancias políticas de Gran Bretaña con otros países no han permitido un avance real en este sentido. El Reino Unido no ha introducido una nueva legislación para el cumplimiento de los estándares de calidad propuestos por la Comunidad Europea y continúa con su propia filosofía y leyes.

Con respecto a los recientes problemas de contaminación, los puntos de vista iniciales de Gran Bretaña relativos a las propuestas de la Comunidad Europea en cuanto a las aguas y a la restricción de emisiones de grandes complejos industriales la sitúan de nuevo en la posición opuesta a la de la mayoría (refs. 1 y 8).

Leyes emitidas (ref.8):

Ley de Alcalis. Esta ley faculta a la Inspección de Contaminación Integrada y en especial a la Inspección de Contaminación Industrial del aire para controlar las emisiones procedentes de sustancias químicas registradas y de procesos industriales.

Ley de Medio Ambiente. Concede a las autoridades locales el poder del control de las emisiones contaminantes domésticas e industriales y obliga a dichas autoridades locales a someterse y aplicar las disposiciones de la Ley de Alcalis.

Ley del Control de la Contaminación. Dá poder a la Secretaría de Estado para el Medio Ambiente para controlar la composición del combustible de automóviles y el

contenido de azufre del combustible y habilita a las autoridades locales para recabar información sobre las fuentes contaminantes (ref. 1y 8).

Ejecución de Leyes

En la práctica, las medidas estipuladas por las leyes son administradas por la Inspección de la Contaminación Industrial del Aire que se ha incorporado a la Inspección de Contaminación Integrada, creada en 1987. Esta Inspección debe verificar las instalaciones y el trabajo efectivo del equipo autorizado para el control de la contaminación.

Los estándares que las leyes inglesas contemplan son en general sumamente flexibles con excepción de algunos estándares que se refieren a la acidez total. Los estándares se han ido alterando tomando en cuenta los avances tecnológicos y las demandas del público y movimientos ecologistas.

La política de acción que sigue la Inspección de Contaminación Integrada ha sido frecuentemente criticada por el hecho de que su filosofía es la de educar y convencer a los industriales para que adopten las medidas de control de contaminación antes que forzarlos usando la amenaza de la penalización; aún cuando las leyes exigen el cumplimiento de los estándares la Inspección no ha adoptado medidas lo suficientemente rígidas para que éstos sean cumplidos.

Por otro lado, la Inspección ha fomentado activamente el establecimiento de comités locales de enlace para discutir los problemas relacionados con los trabajos registrados, proporcionando así a las autoridades locales los detalles estratégicos y tecnológicos que deben seguir para lograr implantar los mejores medios posibles necesarios para un control de emisión de contaminantes efectivo.

Durante la década de los setenta, las autoridades locales se vieron en la necesidad de aplazar en varias ocasiones las fechas que las leyes habían fijado para el cumplimiento de los estándares y del Programa de Areas de Control de Humo, fué así como en la década de los ochenta y con la entrada del país a la Comunidad Europea, el gobierno se vió obligado a renovar sus exigencias como resultado de las medidas de anticontaminación que la Comunidad estaba adoptando. El gobierno comenzó a presionar más fuertemente a la industria, controlando con más cuidado la concentración de sus emisiones y exigiendo alturas mínimas en sus chimeneas. De todas maneras, el planteamiento de las autoridades frente a los industriales seguía siendo objeto de fuertes críticas por parte de otros países de la Comunidad Europea y la opinión pública.

Al hacer una valoración de la contribución de las Leyes del Ambiente a la mejora de la calidad ambiental londinense, el primer informe de la Real Comisión para el

Ambiente de Gran Bretaña concluía que desde que se había puesto en marcha la ley se había producido una reducción constante de la emisión de humos y de anhídrido sulfuroso, la Ley del Medio Ambiente había logrado también la puesta en marcha de programas de demolición y reconstrucción de barrios pobres, sustituyendo las numerosas casas en hilera por edificios de varios pisos con eficaz calefacción central, lo que significaba un logro importante en el desarrollo del cumplimiento de los estándares de ciertas emisiones (refs. 1 y 8).

Los factores sociales, económicos y tecnológicos fueron importantes para la reducción de los niveles de contaminación; aún así, sea cual sea la importancia relativa de las causas, la contaminación por humo de las zonas urbanas disminuyó drásticamente en los años cincuenta y para la década de los setenta la población urbana disfrutaba de las ventajas de una importante disminución de las partículas en suspensión, al obtener una atmósfera mucho menos contaminada. Lo anterior se explica por la sustitución del carbón y el petróleo por combustibles libres de azufre como el gas natural; la disminución de los humos contaminantes ayudó a que las nieblas que favorecen la concentración de otros contaminantes fueran menos frecuentes.

En 1972 se introdujo una medida de control que exigía que toda nueva instalación que usara petróleo en la ciudad de Londres debía utilizar combustible con un máximo de 1% de contenido de azufre. Todas las instalaciones debían cumplir con ésta medida antes de 1987; aún así, en 1975 ésta era ya una de las disposiciones de la Comunidad Europea, propuesta por Alemania Federal (ref.1).

En general, y hasta la fecha, son las autoridades locales las responsables del cumplimiento de las medidas que las leyes imponen (ref.1 y 8).

2.3.2 Estrategias

Gran Bretaña, al igual que Estados Unidos ha establecido estándares para lograr una cierta calidad aceptable del ambiente y ha promovido programas estatales para que cada una de las entidades del país logre cumplir con las medidas que las Leyes de Alcalis y del Medio Ambiente exigen.

Una de las estrategias que Gran Bretaña adoptó con éxito fué el plan de demolición de barrios pobres y la construcción de edificios que ayudaran a mejorar las situaciones de insalubridad y generación de residuos de manera desordenada, además de las subvenciones para el cambio de los sistemas de calefacción urbanos (ref.1).

Para asegurar la protección de zonas no contaminadas o poco contaminadas se ha recurrido a diversos planes y programas y se ha exigido a las plantas industriales la utilización de las tecnologías más adecuadas para reducir la contaminación (ref.7).

Este país se ha esforzado en mejorar, sobre todo, la calidad de las atmósferas urbanas y entre otras medidas ha exigido el cambio de los combustibles generadores de humo (refs.1 y 8).

2.3.3 Industria y movimientos ecologistas

El caso del "smog" londinense de 1952 y los efectos que provocaron las nieblas en la salud de la población proporcionó al público y a los medios de comunicación el detonador para presionar fuertemente al gobierno a fin de que emprendiera acciones más rigurosas.

A raíz de las muertes y enfermedades que la contaminación había provocado y de los problemas que los complejos químicos habían causado durante mucho tiempo a las comunidades locales, los industriales fueron presionados para emplear distintas alternativas en sus tecnologías y procesos para poder reducir la concentración de las emisiones contaminantes.

El público y los movimientos ecologistas se preocuparon sobre todo de la contaminación del humo, más que de otros contaminantes como los gaseosos invisibles o los residuos sólidos y tóxicos, fué justamente por ello que las Leyes de Alcalis y del Medio Ambiente abordaron en primer lugar el problema de la contaminación del humo.

Aún cuando la política del gobierno frente a los industriales ha sido flexible se ha penalizado a industriales que no han cumplido con las leyes de control de contaminación (ref.1 y 8).

2.4 COMUNIDAD EUROPEA

Introducción

La contaminación de largo alcance como son, por ejemplo, los óxidos de azufre y nitrógeno que provocan la lluvia ácida o las exportaciones de desechos tóxicos y peligrosos son problemas internacionales que requieren de la cooperación de los países para evitar que dicha contaminación empeore. En este sentido, los países que forman parte de la Comunidad Europea se han preocupado por establecer principios y normas que contribuyan a la protección del ambiente y al control de los contaminantes que afectan a los distintos países.

En 1973 el Reino Unido, Dinamarca e Irlanda entraron a formar parte de la Comunidad Europea (CE), que en aquél momento estaba compuesta por Bélgica, la República Federal de Alemania, Francia, Luxemburgo, Italia y Holanda; Grecia se sumó en 1981, seguida de España y Portugal en 1986.

Aunque solemos referirnos a la Comunidad Europea en singular, legalmente existen tres comunidades distintas: la Comunidad Económica Europea (CEE), la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) y la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA). Las instituciones de éstas tres comunidades están en la actualidad mezcladas de modo que se puede hablar de la Comunidad Europea en singular, en particular la Comunidad Económica Europea es la más importante.

Debido a que la constitución de la Comunidad Económica Europea (con el Tratado de Roma) fué redactada en la década de los cincuenta y firmada en 1957, en ella no se hace referencia al ambiente como un asunto de carácter comunitario, el problema de la contaminación no era concebido aún como un tema que exigiera una colaboración internacional sistemática.

El Tratado de Roma es puramente un tratado económico que alienta el desarrollo de las actividades económicas para que éstas sean armoniosas y promuevan una expansión continua y equilibrada del comercio (ref. 1 y 4).

2.4.1 Comunidad Europea y Medio Ambiente

La Comunidad Europea no rectificó el Tratado de Roma cuando se vio en la necesidad de introducir la dimensión ambiental a su constitución, más bien encontró una justificación para los programas de control de contaminación dentro de las disposiciones ya existentes. Como resultado de lo anterior, se presentó una propuesta de programas de acción ambiental entre 1973 y 1986 con el fin de intentar reducir la contaminación de manera tal que ésta no deteriore las relaciones comerciales ni una competencia de mercado leal.

Aunque la comisión de la CE que se dedica al asunto de la contaminación prefiere introducir directamente disposiciones de control dentro de las legislaciones de cada país miembro, en la práctica se han tenido que promulgar tan sólo directrices según las cuales las disposiciones deben ser incorporadas a cada una de las legislaciones nacionales antes de poder hacerse efectivas.

La formulación de una directriz suele caracterizarse por la negociación y el compromiso entre los estados miembros y por una prolongada sucesión de borradores. Muchas de las directrices que han salido de éste mecanismo no han llegado a ser más

que una estructura que sólo contiene una lista general y de carácter marcadamente cualitativo de requisitos, acompañados de comentarios que sugieren la promulgación de directrices más específicas a largo plazo.

El problema que tiene la comisión encargada de los asuntos del ambiente, es que las medidas se aplazan con frecuencia debido al hecho de que, mientras todos los países están de acuerdo con los planteamientos generales de prevención y control de contaminación, por otro lado no existe conformidad sobre los detalles concernientes al modo de llevarlos a cabo.

En julio de 1980 la CE comenzó a promulgar directrices que exponían las concentraciones máximas permitidas para algunos contaminantes de las zonas urbanas; esta estrategia representaba un cambio radical en la postura adoptada por el Reino Unido con respecto al control de contaminación, la estrategia británica dependía más de la buena voluntad de los industriales para aplicar las mejores tecnologías disponibles antes que de medidas coercitivas como las que la CE proponía. Gran Bretaña tardó cuatro años en adoptar muchas de las propuestas de la CE.

La mayoría de los países de la Comunidad creía en unos estándares claramente definidos y obligatorios, en Inglaterra se creía en unos estándares tan sólo como guías para cumplir con sus programas de control de contaminación.

Los países miembros fueron obligados a cumplir con los estándares de calidad del aire hasta 1983 dejando la forma de aplicar los patrones a la elección de cada país; aún así se observó que muchos países no podrían cumplir con las normas para esa fecha y la comisión de la Comunidad ha concedido hasta abril de 1993 para darles cumplimiento.

La Comunidad Europea aún no ha precisado con claridad cuales son los castigos que se deben aplicar ante el incumplimiento de las directrices; Gran Bretaña, por ejemplo, no ha introducido una nueva legislación que se apege a los estándares que la CE exige.

Por otro lado, la CE exige que los países miembros establezcan una red de estaciones de observación de contaminación para proporcionar información que asegure el cumplimiento de los estándares; en este sentido, Gran Bretaña posee desde 1961 una extensa red de observación de humo y anhídrido sulfuroso la cual llegó a tener hasta 1200 bases de información que en 1982 se reformó en vista de que la contaminación había decrecido y actualmente existe un sistema de 295 estaciones además de la red nacional de 150 estaciones en áreas urbanas.

La Comunidad Europea ya ha adoptado los estándares de calidad del aire para la protección de la salud, entre otros los que se refieren al humo y al anhídrido sulfuroso, los del plomo y dióxido de nitrógeno y ya se han sumado también los estándares para el monóxido de carbono y los hidrocarburos.

Se cree que una vez establecido todo el aparato legislativo, administrativo y de observación para los estándares, habrá la posibilidad de hacer que los patrones actuales sean más estrictos e incluso se ha propuesto adoptar las exigencias de países como Japón y Estados Unidos para 1995.

En cuanto a la contaminación que emiten los vehículos, la Comunidad Europea ha regulado la composición del combustible, estas regulaciones se refieren fundamentalmente al contenido de plomo en la gasolina y el de azufre en el combustible diesel.

Es importante señalar que la CE está fuertemente influenciada por los puntos de vista de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CENUE); esta organización posee un grupo de trabajo que desarrolla líneas de actuación sobre las emisiones de los vehículos de motor que pueden ser apreciadas en toda Europa. Hasta la fecha, la CE ha adoptado líneas de actuación de la CENUE en forma de directrices que pretenden homogeneizar los límites de concentración de contaminantes en todos los países de la Comunidad con el fin de que no existan barreras comerciales.

La comisión de la CE que se encarga de regular y formular las directrices se ha topado con diversos problemas; no resulta sorprendente que entre las políticas de acción en contra de la contaminación de cada uno de los países existan divergencias, que unos consideren como prioritarios asuntos que para otros resultan secundarios, aún así se ha ido logrando la introducción de algunos estándares y estrategias que se espera puedan lograr a largo plazo la reducción de los contaminantes que atraviesan las fronteras y cuyo control depende solamente de la cooperación internacional (ref. 1,4 y 7).

2.5 PAISES SOCIALISTAS

En los países socialistas la totalidad de la industria es propiedad del gobierno y la producción y economía están totalmente controladas por el estado de manera que el gobierno es, por tanto, el principal contaminador y al mismo tiempo el protector del ambiente, éste sistema supone entonces que debería existir un crecimiento industrial y urbano comprometido con los procesos de conservación, protección al ambiente y mejora de la calidad de vida, sin embargo, en la práctica éstos países se encuentran con los mismos problemas y dificultades que enfrentan los otros países del mundo.

2.5.1 Comunidad de Estados Independientes (CEI)

Consideremos a la CEI dentro de los países socialistas en vista de que es reciente su cambio de sistema político y tomando en cuenta que el desarrollo de los asuntos de control de contaminación que se dieron hasta 1991 estuvieron contemplados dentro del régimen socialista.

Legislación

Debido a que la industrialización llegó tardíamente a la Unión Soviética el rápido desarrollo industrial y la modernización de la economía significaron una prioridad, esto contribuyó enormemente a una acelerada degradación del ambiente.

A principios de la década de los cincuenta la Unión Soviética comenzó a preocuparse por la contaminación y desde entonces ha seguido la reconocida estrategia de gestión de la calidad del aire para el control de emisiones (normas); hasta 1986 la URSS había dictado más de 114 estándares a los que denominó "máximas concentraciones permitidas" (MCP's) y que resultan ser los estándares más estrictos que se han emitido en todo el mundo, de hecho éstos son tan estrictos que llevarlos a la práctica resulta una tarea imposible, no sólo por el nivel de exigencia sino porque también son muy numerosos (ref. 1).

Los estándares emitidos por la URSS se basan únicamente en las investigaciones relativas a los efectos sobre la salud, apoyados exclusivamente por la evidencia toxicológica, no entran en consideraciones en relación con las tecnologías de control disponibles, viabilidad económica o posibilidades de efectuar adecuadas mediciones de dichas concentraciones en la práctica. Algunos investigadores aseguran que se tendrían que superar los MCP's en unas 5 veces para que las emisiones llegaran a representar un real peligro para la salud pública.

En la década de los setenta, y simultáneamente a otros países del mundo, la URSS comenzó a preocuparse mucho más por los problemas del ambiente, se comenzó a tomar conciencia de lo que significaba la contaminación en términos de los costos que representan la degradación de los recursos y los efectos a la salud. Lo anterior provocó la asignación de un elevado presupuesto para el control de la contaminación.

En 1980 se aprobó la Ley del Medio Ambiente, esta ley venía a complementar una ley anterior que legislaba sobre la contaminación del agua.

La Ley del Medio Ambiente, la primera ley nacional sobre contaminación ambiental, es de amplio alcance y establece planes para proteger el medio ambiente como parte de los planes estatales de desarrollo socio-económico de la URSS mediante

el ejercicio de un control estatal de la protección del entorno y establece topes para las descargas admisibles de las posibles fuentes de contaminación. El concepto básico que da fundamento a esta Ley es el de "fijar cuotas" (estándares de emisión) para las descargas de contaminantes en cada empresa (ref. 1 y 6).

Ejecución de leyes

La Unión Soviética ha tenido una serie de puntos débiles en cuanto a la forma en que ha ejecutado las leyes correspondientes al control de la contaminación; el hecho de que sus comités encargados de los problemas del ambiente tengan un bajo nivel en la jerarquía ministerial, coloca los problemas de contaminación entre los asuntos de orden no prioritario, además, existe una separación de las responsabilidades centrales y de las Repúblicas en cuanto al crecimiento económico y la protección del ambiente. En la práctica, primero se presiona a los responsables de las industrias para alcanzar las cuotas de producción establecidas por la directiva central antes que presionarles para considerar los estándares y normas de control de contaminación. Sin embargo, durante los años 30 y 40 Moscú fué centro de una campaña masiva de limpieza, 700 industrias consideradas altamente contaminantes se trasladaron fuera de la ciudad, se montaron miles de depuradoras y calefacción central de gas natural.

En cuanto a la tecnología de control de contaminación se ha criticado siempre el hecho de que esta resulta inadecuada, las plantas industriales antiguas disponen de sencillos e ineficaces equipos de control y la obtención de divisas occidentales para adquirir equipos de control de fabricación extranjera siempre fue difícil; aún con lo anterior, la Unión Soviética se ha esforzado por elevar el nivel tecnológico de los equipos de control y aumentar la eficacia del monitoreo ambiental.

La estrategia de acción contra la contaminación de la URSS incluye también la inspección, es decir, existen inspectores que visitan periódicamente a las plantas industriales y otras fuentes contaminantes para verificar que no se excedan los MCP's, por otro lado se afirma que el Comité Estatal de Hidrometeorología y Control del Ambiente ha desarrollado una cadena de estaciones de control de contaminación particularmente avanzado.

Hasta hace poco tiempo, parecía que la URSS subordinaba la cuestión del ambiente a la búsqueda de un crecimiento económico contínuo; el desarrollo y la modernización tecnológica de su industria se contemplaban como la clave para la independencia de sus naciones y las legislaciones ambientales, que en la teoría parecen energéticas, se han tomado en cuenta con debilidad, sin embargo es probable que el nuevo régimen de cada uno de los estados de la CEI eleve y fortalezca las políticas para

la protección ambiental y dedique mayor atención a la cuestión de la contaminación (refs. 1 y 6).

Organismos y ministerios creados para los asuntos del ambiente

La responsabilidad global de control de contaminación, monitoreo, investigación y desarrollo, hasta 1991 por lo menos, estaba asociado al Comité Estatal de Hidrometeorología y Control del Ambiente (Goshydromet), creado en 1978. Este organismo tenía un cierto poder en tanto que el presidente del mismo pertenecía al Consejo de Ministros de la URSS. El Departamento de Protección del Ambiente del comité Estatal de Ciencia y Tecnología (CECT) se presentaba como asesor del Goshydromet y formaba un Consejo Interdepartamental Científico y Tecnológico, creado conjuntamente por el CECT y por la Academia de las Ciencias de la URSS.

Como la mayoría de las empresas industriales y agrícolas de la Unión Soviética están controladas por el Estado, la posición del Goshydromet en relación al gran número de ministerios responsables de industrias individuales no está completamente clara (ref.1).

Acciones legales contra el incumplimiento

El Goshydromet, hasta 1991, parecía tener potestad para clausurar fábricas contaminantes y para exigir a las autoridades locales el cumplimiento de los estándares establecidos, pero se desconoce si se ha hecho uso de éstos poderes. Aún con lo anterior, se sabe que el Goshydromet sólo podía ejercer su poder conjuntamente con el Consejo de Ministros, además de las autoridades locales, es por esto que las decisiones no podían ser rápidas, por otro lado las autoridades locales no parecían tener el poder para obligar al cumplimiento de las normativas impuestas por el gobierno central, pero por lo menos, sí se les exigía hacer saber al Goshydromet cuáles eran las industrias contaminantes (ref.1).

Industria y movimientos ecologistas

El desarrollo industrial y los objetivos económicos han sido para la URSS, así como en otros países del mundo, sin importar el régimen político bajo el cual estén regidos, una prioridad; no resulta sorprendente entonces, que la presión hacia las industrias por parte del gobierno central y en particular por parte de cada una de las Repúblicas resultara sumamente débil y flexible en el aspecto de protección ambiental.

A las industrias más contaminantes se les ha exigido establecerse por lo menos a 2 Km de distancia de la comunidad residencial más próxima; aún así, se afirma que en la práctica ésta normativa se viola con frecuencia. Los estándares de emisión para las plantas industriales más antiguas son menos estrictos que los aplicables a las nuevas debido a los costos que se esperarían para alcanzar los estándares de emisión, ésta es

una de las excepciones a las leyes que demuestra la flexibilidad del gobierno para con las industrias, las cuotas de producción han tenido siempre, como ya se mencionó, una implícita prioridad. Raramente se registran demoras para la apertura de una fábrica por no cumplir con los requisitos de control de contaminación.

En la URSS no han existido movimientos ecologistas como los que han surgido en occidente, la cultura soviética es completamente diferente, así por ejemplo existe la "sociedad de todas las rusias para la conservación de la naturaleza", esta sociedad tiene poca relevancia política en el ámbito nacional y más bien funciona como un grupo educativo en el que la mayoría de sus miembros son niños en edad escolar. Por otro lado, son los científicos asesores y médicos del gobierno central los que se han preocupado más y han tratado de sensibilizar a la gente para que contribuyan con la protección del ambiente y el control de la contaminación, ésto se ha reflejado en los medios de comunicación en los últimos años de una manera más importante.

La inexistencia de grupos ecologistas poderosos es un aspecto muy importante para poder entender la cultura de los pueblos soviéticos, la disponibilidad de bienes de consumo de buena calidad siempre representaron una preocupación, el accidente en el reactor nuclear de Chernobyl, por ejemplo, no significó un pretexto para que surgieran grupos en contra de la política nuclear, el programa soviético de la expansión de la energía nuclear sigue vigente (refs. 1 y 6).

2.5.2 China

Legislación

Hasta 1985 se afirmaba que el equipamiento y medidas para el control de la contaminación en este país eran casi inexistentes; hoy en día, China considera el problema de la contaminación tan seriamente como cualquier otro asunto relacionado con el desarrollo económico.

Después de la conferencia de la ONU en 1972, la primera conferencia nacional sobre ambiente en China tuvo lugar en 1973 y por aquellas épocas se creó una oficina general de protección del ambiente llamada Oficina del Consejo de Estado para la Protección Ambiental; para 1982 ya se había creado un nuevo ministerio encargado de los asuntos de contaminación y promulgación de leyes.

El 80% de la población china vive en áreas rurales, y aún así, sus ciudades son de las más densamente pobladas en el mundo. Aún cuando las industrias se encuentran distribuidas en todo el territorio, la causa principal de los problemas de contaminación reside en la gran dependencia del carbón para procesos industriales, producción de

energía, cocina y calefacción; el rendimiento de la combustión en plantas industriales es muy bajo y se ha criticado el hecho de que las centrales térmicas, calderas y hornos industriales son de tecnología obsoleta; China cuenta con una gran cantidad de calderas pequeñas y con bajo rendimiento lo que se considera uno de los problemas de contaminación más importantes.

Además de los problemas de contaminación industrial que sufre China, este país se enfrenta a los problemas que se derivan de la explosión demográfica que deterioran la calidad de vida y del ambiente inevitablemente.

Actualmente, China ya ha tomado una serie de medidas entre las que se incluyen los estándares de emisiones, de todas maneras, el rápido crecimiento económico e industrial de las décadas anteriores y la limitada disponibilidad de expertos para el control de contaminación colocan a China en una situación sumamente difícil, de manera que no se esperan grandes cambios, por lo menos, en un futuro cercano (ref. 1).

Ejecución de leyes y medidas anticontaminantes

En China se fomenta el desarrollo de pequeñas industrias de ámbito local y se apoya fuertemente el reciclaje de residuos o lo que los chinos llaman "utilización de propósito múltiple", así por ejemplo, en éste país se emplea el biogás metano producido por la fermentación de basuras y excrementos para la producción de energía; sin embargo, debido al acelerado ritmo de urbanización e industrialización el reciclaje se ha ido convirtiendo en una solución muy pobre, tan sólo se han construido 7 millones de digestores de biogás, los cuales proporcionan combustible a 35 millones de personas y ésta es sólo una mínima parte de la población.

China pretende en la actualidad incorporar equipos de control de contaminación a las nuevas industrias pero carece de las divisas necesarias para adquirir la adecuada tecnología extranjera, es por esto que en China el desarrollo de la tecnología para el control de la contaminación apenas está arrancando.

Hasta 1986, sólo el 1% de las centrales energéticas chinas disponían de precipitadores electrostáticos; de 400,000 empresas, sólo de 200 a 300 utilizaban equipos de control de contaminación, que en muchos casos resultaban ineficaces y además las chimeneas de las plantas industriales no contaban con reguladores de cenizas.

La contaminación debida a los vehículos no es en China un problema tan importante como lo es en las naciones desarrolladas, los pueblos y ciudades chinas cuentan con un reducido número de vehículos; sin embargo, el problema de la

contaminación por el ruido que generan las maquinarias industriales, las construcciones, los tractores, etc, es más grave que en otros países del mundo.

Desde 1983 se han implantado en China un gran número de estándares para regular las emisiones contaminantes, estos estándares están considerados más como directrices a las cuales aproximarse que como límites estrictos, los estándares chinos son de hecho menos estrictos en su mayoría que sus equivalentes occidentales.

Durante la década pasada se instalaron 290 estaciones de control, el problema ha sido hasta hoy que los equipos resultan ineficaces y el personal especializado es muy escaso.

En cuanto a las políticas de control de contaminación, el Estado encomienda la función de velar por el cumplimiento de las leyes a las oficinas o departamentos locales creados para la protección del ambiente, la eficacia de estos departamentos provinciales o municipales varía considerablemente.

Entre las medidas que China está llevando a cabo para reducir la contaminación se encuentra la de la sustitución de la gran cantidad de calderas pequeñas y con bajos rendimientos por otras más grandes, eficaces y modernas; de la misma manera se han estado instalando equipos antipartículas en hornos industriales y se han sustituido calderas por equipos calefactores de gas; en éste país se ha estado estudiando la posibilidad de plantar especies vegetales húmedas alrededor de las plantas industriales que tengan tolerancia a algunos contaminantes y que de igual forma constituyan una barrera física que no sólo absorba los contaminantes sino que además se encargue de amortiguar el ruido. Esta medida para solucionar el problema de la contaminación de fábricas y complejos industriales es una aportación de China muy importante que ya otros países están intentando desarrollar.

A pesar de la publicidad que se da a las multas que se impondrían a los contaminadores industriales, en las ciudades chinas se observa el hecho de que existe una gran tolerancia, esto refleja la importancia que se sigue dando al crecimiento económico e industrial y pone de manifiesto la escasez de equipos de control eficaces.

Aunado a lo anterior, se han delimitado áreas verdes en las zonas urbanas y las industrias que emiten humos negros se han establecido lejos de las zonas residenciales.

Debe mencionarse que China gasta el 0.5% del valor de la producción industrial y agrícola de la nación para el control y protección del ambiente; este porcentaje comparado con el que los países desarrollados gastan para lo mismo es muy bajo, sin embargo China se esfuerza cada vez más para lograr reducir su contaminación y desarrollar tecnología de control más eficaz (refs. 1 y 6).

REFERENCIAS

- 1 Elsom, Derek; *La contaminación atmosférica*, 1era. edición, Ed. Cátedra, España 1990.
- 2 United States General Accounting Office (USGAO); *U.S.-México trade: Information on environmental regulations and enforcement*, United States, Washington, D.C., National Security and International Affairs Division, GAO/NSIAD-91-227, May 1991.
- 3 Perry, Robert H., Green D.; *Perry's Chemical engineer's handbook*, 6° edition, Ed. Mc. Graw-Hill international editions, Japón 1988.
- 4 Ascher, William, Healy, R.; *Natural Resource policymaking in developing countries*, Duke University Press, USA 1990.
- 5 Informe elaborado por el consejo de la calidad ambiental y el departamento de Estado de los Estados Unidos; *Futuro global: tiempo de actuar*, Siglo veintiuno editores, España 1984.
- 6 Naciones Unidas, *The state of the world environment*, United Nations publications, núm. 92-807-1134-2, 1991.
- 7 Naciones Unidas, *International cooperation for pollution control*, United Nations Publications, núm. 92-1-157021-2, 1991.
- 8 Ashby, Anderson, M.; *The politics of clean air*, Oxford University Press, Oxford 1982.
- 9 Gorz, André, Bosquet, M.; *Ecología y política*, Ed. El viejo topo, España 1982.

CAPITULO III

Objetivo

Entender lo que significa una estrategia de protección ambiental y control de contaminación; los principios sobre los que, en general, debe basarse dicha estrategia para que se considere completa e integral y por último reconocer los factores que deben intervenir en su formulación.

3.1 INTRODUCCION

Una estrategia de protección al ambiente y control de contaminación se refiere al plan adoptado por un país o por un grupo de países para abordar los problemas de contaminación, tiene como propósito lograr que las concentraciones de los contaminantes se reduzcan o se mantengan por debajo de un nivel específico que se considere aceptable y además tiene como objetivo velar por la utilización equilibrada de los recursos naturales. Estas estrategias pueden ser pensadas a corto, mediano o largo plazo. Las estrategias varían de un país a otro en tanto que los problemas económicos, sociales, políticos y ecológicos no son los mismos, aún así existen elementos comunes en la formulación de las estrategias propuestas por los diferentes países del mundo para controlar la contaminación y proteger el ambiente.

Este capítulo analizará los factores que deben ser tomados en cuenta por un país para la elaboración de una estrategia de descontaminación y protección ambiental.

3.2 PRINCIPIOS SOBRE LOS QUE SE SUSTENTAN LAS ESTRATEGIAS

En los últimos veinte años el mundo se ha visto inundado de informes, planes de acción y otras recetas que proponen métodos para prevenir y erradicar la contaminación. Conferencias internacionales, declaraciones ministeriales, documentos sobre políticas gubernamentales, manifiestos políticos, campañas de grupos "verdes" y revelaciones científicas han apuntado en la misma dirección. Así pues, ¿cuales son los principios fundamentales que una o varias estrategias de descontaminación debe considerar? entre los más importantes se encuentran los siguientes (refs .1y 2):

- a) Mejorar la calidad de la vida humana
- b) Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes
- c) Conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra
- d) Mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra
- e) Facultar a las comunidades para cuidar de su ambiente

- f) Modificar las actitudes y prácticas de los diversos sectores
- g) Integrar las actividades de desarrollo con la conservación
- h) Mejorar las prácticas de las alianzas mundiales

Para aplicar los principios anteriores es necesario llevar acciones a la práctica, acciones que involucren a las empresas, industrias, el comercio, a los gobiernos, a las poblaciones y a todos los sectores de la sociedad para así poder desarrollar una estrategia real e integral a favor del ambiente. Hasta ahora, muchas organizaciones y grupos de investigación han lanzado planes que integran los factores políticos, económicos, sociales y culturales, sin embargo en la práctica las acciones tradicionales que se emprenden en relación al medio ambiente y a la contaminación han tenido un carácter sectorial considerando a la agricultura, la silvicultura, la pesca, la conservación de la naturaleza, la prevención de la contaminación, el consumo y la conservación de la energía, la planificación de los asentamientos humanos y otros componentes, como si fueran entidades independientes (refs. 3 y 4).

A continuación se da una breve explicación de la importancia que tiene cada uno de los principios que se han mencionado anteriormente y que son los conceptos que dan sentido a cualquier estrategia de control de contaminación y preservación de los recursos.

a) Mejorar la calidad de la vida humana. La finalidad del desarrollo es mejorar la calidad de la vida humana, éste debe permitir que las personas puedan llevar una vida digna, prolongada y saludable, que tengan acceso a la educación y a los recursos necesarios para alcanzar un nivel de vida decoroso; al mismo tiempo, mejorar la calidad de la vida humana también se refiere a la libertad política, al disfrute de los derechos humanos y a la supresión de la violencia y la pobreza. El desarrollo sólo es verdadero si nos permite mejorar nuestras vidas en relación con todos estos aspectos. En este sentido la dimensión ambiental es de primera importancia, más de la mitad de las enfermedades que se padecen en algunos países son transmitidas a través de fuentes de suministro de aguas contaminadas y los efectos de otros tipos de contaminación como la del aire en las zonas urbanas y el peligro de los tiraderos de residuos peligrosos, disminuyen evidentemente la calidad de vida del hombre (ref. 1 y 5).

b) Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes. El desarrollo no debe lograrse a expensas de otros grupos o de las generaciones futuras, ni amenazar la supervivencia de otras especies.

Todas las formas de vida, junto con el suelo, el agua y el aire, constituyen un gran sistema interdependiente: la biosfera. Si uno de sus componentes se altera, se afecta la totalidad del sistema. Nuestra supervivencia depende de otras especies y velar

por la supervivencia de esas especies es fundamental para el futuro y presente de las poblaciones (ref. 1 y 6).

c) Conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra. El desarrollo debe basarse en la conservación, esto es, debe proteger la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas naturales del mundo de los cuales depende nuestra especie; para ello es necesario conservar los sistemas sustentadores de la vida, es decir, conservar los procesos ecológicos, aquéllos que modelan el clima y la pureza del aire y el agua, regulan el caudal de las aguas, reciclan elementos esenciales, crean y regeneran suelos y permiten a los ecosistemas renovarse a sí mismos.

Conservar la biodiversidad es primordial, ésta comprende a todas las especies de plantas, animales y otros organismos, a toda la gama de poblaciones genéticas dentro de cada especie y a toda la variedad de ecosistemas.

Se debe velar por que la utilización de los recursos renovables sea sostenible, estos recursos son el suelo, las especies silvestres y domesticadas, los bosques, las praderas, las tierras cultivadas y los ecosistemas marinos y de agua dulce que son la fuente de la pesca. Una utilización es sostenible si no excede los límites de la capacidad del recurso para regenerarse (refs. 1,2 y 5).

d) Mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra. La "capacidad de carga" de los ecosistemas de la Tierra tiene límites, esos límites son lo que estos ecosistemas y la biosfera pueden soportar sin sufrir un grave deterioro. Los límites varían de una región a otra y los impactos dependen del número de habitantes y de la cantidad de alimentos, agua, energía y materias primas que utiliza y desperdicia cada uno (ref. 1).

Las políticas destinadas a lograr un equilibrio entre el volumen de población y los estilos de vida del ser humano, por un lado, y la capacidad de carga de la tierra, por el otro, deben complementarse con tecnologías que refuercen esa capacidad a través de un manejo cuidadoso.

Es preciso minimizar el agotamiento de los recursos no renovables, como los minerales, el petróleo, el gas o el carbón. Cuando éstos no puedan ser utilizados de manera sostenible, hay que tratar de aumentar su "vida útil" reciclándolos, reduciendo la proporción de determinado recurso que se utiliza para fabricar tal o cual producto, o utilizando sustitutos renovables siempre que sea posible. Estas medidas son indispensables para que la Tierra pueda sustentar a las poblaciones futuras (refs. 4 y 5).

e) Facultar a las comunidades para cuidar de su ambiente. Las comunidades y los grupos locales son los canales más accesibles de que disponen las personas para manifestar sus intereses y actuar para crear sociedades fortalecidas que se sostengan a sí

mismas. No obstante, para poder actuar esas comunidades necesitan autoridad, capacidad y conocimientos. Las personas que se organizan para trabajar en aras de la sustentabilidad en sus propias comunidades pueden aportar una contribución eficaz, independientemente de que su comunidad sea rica, pobre, urbana, suburbana o rural.

Es conveniente que los problemas ambientales sean confrontados al nivel institucional o de autoridad más cercanos, ésto es a nivel vecinal, municipal, regional, estatal y finalmente a nivel nacional. La responsabilidad y el involucramiento local en los problemas de contaminación de una cierta área o región es condición indispensable para la eficiencia y eficacia de la política ecológica.

Para lo anterior es necesario mejorar el proceso de intercambio de información y de tecnologías y lograr al mismo tiempo que los gobiernos locales, las comunidades, las empresas y otros grupos de interés participen con el gobierno central en la adopción de decisiones sobre políticas, programas y proyectos que los afectan directamente a ellos, a su ambiente y a los recursos de los cuales dependen.

Facultar a los gobiernos locales para que ejecuten las leyes es importante, pero esto no tiene ningún sentido si al mismo tiempo no se capacita a estos gobiernos y sus comunidades para que desempeñen una buena función en el cuidado del ambiente y los recursos (ref. 1).

f) Modificación de las actitudes y prácticas de los diversos sectores. Para adoptar una estrategia de protección del ambiente y de control de contaminación los individuos deben reconsiderar sus valores y modificar su comportamiento. En este sentido los gobiernos y las instituciones educativas deben fomentar la "educación ambiental" a todo nivel y dirigirla a todo sector, proporcionar información para que todos los individuos de la sociedad comprendan y adopten las medidas que sean necesarias. La contribución de los medios de comunicación es importante para poder ejecutar esos planes, las campañas de ahorro de agua y de salud y limpieza, por ejemplo, contribuyen al cambio de hábitos y actitudes en la población.

La educación ambiental formal para niños y adultos debe ampliarse e integrarse en los sistemas de enseñanza a todos los niveles.

Por último, es muy importante que se dé la capacitación necesaria a los agricultores, pescadores, los obreros, los artesanos, los empresarios y en general a todos los grupos sociales para que utilicen los recursos naturales con responsabilidad y conciencia ecológica (ref. 5).

g) Integrar las actividades de desarrollo con la conservación. Para poderse desarrollar, todas las sociedades necesitan una base de información y conocimientos, un marco jurídico e institucional así como políticas económicas y sociales equilibradas.

Al establecer un marco nacional para integrar el desarrollo con la conservación del ambiente, el gobierno debe crear instituciones capaces de comunicarse entre sí para adoptar decisiones integrales que permitan que la dimensión ambiental forme parte de los planes económicos y de desarrollo de las comunidades (urbanas o rurales).

Al elaborar políticas nacionales, planes de desarrollo y presupuestos, y al adoptar decisiones respecto de las inversiones que han de efectuarse, los gobiernos deben tener plenamente en cuenta los efectos sobre el ambiente.

Para todo lo anterior se necesitan los conocimientos basados en la investigación y el monitoreo, es preciso apoyar y fortalecer las capacidades nacionales de investigación; es por ello que los científicos e investigadores son, a fin de cuentas, los individuos más importantes, éstos deben capacitar a los sectores comunitarios y empresariales para adoptar actitudes y prácticas que los lleven a cumplir con las medidas ambientales que se requieren (ref.1).

h) Mejorar las prácticas de las alianzas mundiales. El logro de un control de contaminación eficaz y una protección del ambiente verdadero depende en gran medida de una firme alianza entre todos los países del mundo y de un derecho internacional fortalecido. Los niveles de desarrollo no son iguales en todo el mundo, en ese sentido se debe prestar asistencia a los países subdesarrollados para que puedan emprender las acciones necesarias a favor de su ambiente.

Los recursos mundiales, en especial la atmósfera, los océanos y los ecosistemas compartidos, sólo pueden manejarse con un propósito y una determinación común (ref.2).

3.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION Y QUE DEBEN SER ANALIZADOS AL FORMULAR UNA ESTRATEGIA

El estudio del ambiente y sus problemas de contaminación es un campo muy complejo en el que inciden y se relacionan las diversas ciencias y en el que se articulan las disciplinas sociales y humanísticas y las disciplinas científicas y naturales. Difícilmente se puede entender la dinámica de un ecosistema si no se consideran y evalúan las aportaciones provenientes no sólo de las condiciones naturales, sino también de las culturales, políticas, económicas, sociales y tecnológicas, todas estas tienen que ver con la manera en que las distintas comunidades organizan las actividades de producción

para el aprovechamiento de los recursos, las actividades de planeación y desarrollo urbano y rural, además de los hábitos y valores culturales que influyen de manera determinante en los problemas de contaminación ambiental.

Para poder formular, proponer y llevar a la práctica una estrategia de descontaminación, los países del mundo y cada comunidad en particular debe integrar los saberes diversos en un proceso interdisciplinario del que resulten prácticas y acciones realistas y por tanto, más eficaces.

En resumen, los factores que se deben considerar son:

- a) Factor Político
- b) Factor Económico
- c) Factor Científico y Tecnológico
- d) Factor Social
- e) Factor Cultural

a) Factor político. En vista de que es necesario normar y regular las prácticas de todas las actividades que contaminan, los gobiernos de los países han integrado a sus leyes y políticas la dimensión ambiental, para ello han incluido en sus legislaciones leyes que se encargan de velar por la protección del entorno y el control de la contaminación; se han creado ministerios, organismos y secretarías que emiten estándares y normas y que además verifican el cumplimiento de las mismas mediante inspecciones y monitoreos.

Las políticas gubernamentales de acceso a los recursos que sigue cada país influyen mucho en la importancia que se da a las leyes de control de contaminación, así por ejemplo, la importancia dada al desarrollo económico e industrial influye mucho para que las leyes gubernamentales del ambiente sean estrictas o flexibles. Cada gobierno tiene prioridades distintas y sus políticas se inclinan hacia dichas prioridades; en este sentido una verdadera acción ambiental depende en gran parte de las actuaciones de los gobiernos y de su disponibilidad práctica para minimizar los problemas de contaminación, siendo rigurosos y estrictos en sus leyes y utilizando un porcentaje importante del presupuesto nacional para la investigación y capacitación de personal técnico y especializado que se encargue de trabajar para lograr un desarrollo real y práctico en lo que tiene que ver con las tecnologías de control de contaminación y planeación urbana y rural. Por otro lado el transporte de contaminación de un país a otro y sus consecuencias sólo puede ser tratado desde el punto de vista de la política internacional, de los tratados y acuerdos que los organismos y alianzas mundiales emprendan y de la efectividad y eficiencia con que se lleven a cabo dichas políticas en la práctica (refs. 3 y 4).

b) Factor económico. La resolución y control de los problemas del ambiente significan un elevado costo para la economía de un país; las políticas económicas que sigue cada gobierno varían, así por ejemplo, un país desarrollado tiene necesidades de crecimiento económico diferentes a las que tiene un país en vías de desarrollo. Lo anterior tiene una influencia total en la manera como cada país integra la dimensión ambiental a sus políticas económicas de acción y esto tiene que ver con la importancia y disponibilidad de presupuesto que se otorga a los asuntos de control de contaminación y protección del ambiente.

Las naciones económicamente dependientes de la producción industrial, que buscan beneficios económicos en el corto plazo, sobreexplotan los recursos, lo que evidentemente repercute en el ambiente.

Entonces, el factor económico influye de manera determinante en los problemas ambientales en tanto que se necesita de los recursos naturales para el desarrollo, en vista de que el control de la contaminación conlleva un cierto costo y debido a que los asuntos económicos se manejan en base a las prioridades y necesidades de un país en particular, es decir, calidad de vida, necesidades básicas, desarrollo industrial, etc (ref. 5).

c) Factor científico y tecnológico. En la medida en que un país tenga la capacidad de desarrollar tecnologías de proceso "limpias" y técnicas agrícolas, forestales y pesqueras equilibradas y planeadas, podrá conseguir con éxito un mejoramiento y una protección importante del ambiente; de la misma manera, en la medida en que un país se preocupe por implantar prácticas tecnológicas apropiadas (recirculación de desechos, procesos industriales eficientes, equipo anticontaminante adecuado, etc), fomentar la creación de nuevos conocimientos técnicos y científicos (innovación) y formar recursos humanos para la capacitación a todo nivel, podrá llevar a cabo una estrategia formal de descontaminación, que basada en los progresos tecnológicos y el rechazo a las tecnologías obsoletas permita planificar la utilización de los recursos y proteger el ambiente.

Los países subdesarrollados deben necesariamente, fomentar el desarrollo tecnológico y científico para poder ser capaces de emprender una verdadera estrategia a favor del ambiente y sus recursos y formular programas y proyectos de investigación que vayan en la búsqueda de nuevos estilos de desarrollo compatibles con el cuidado del ambiente.

d) Factor Social. El aumento descontrolado de las poblaciones humanas es uno de los factores que se debe considerar cuando se trata de entender cómo influyen las organizaciones sociales y sus dinámicas en la degradación y sobreexplotación de los

recursos naturales, y a su vez, cómo la contaminación y deterioro ambiental influye en las poblaciones.

Lo anterior es sumamente claro, las necesidades humanas de alimentación, vivienda y servicios (energía, agua, etc) demandan la explotación de los recursos; en los países pobres y con índices demográficos elevados esto origina una mayor presión para la explotación de los recursos lo que en el largo plazo resulta contraproducente.

De igual manera, las concentraciones urbanas y la miseria generan contaminación y problemas en la salud de las poblaciones que inevitablemente disminuyen la calidad de vida.

Con lo anterior, se puede decir, que es la manera como se organizan las sociedades, la forma en que éstas se planean y distribuyen y las consecuencias de dicha planeación y distribución social que se reflejan en el crecimiento demográfico, la miseria, las concentraciones urbanas e industriales, las que determinan el grado de contaminación, explotación de los recursos y calidad de vida del hombre.

La resolución de la problemática ambiental reclama nuevos esquemas de participación de la sociedad; la cuestión del ambiente se entreteje así con la cuestión de la democracia planteando nuevos derechos y obligaciones ciudadanos en relación con la calidad ambiental y la calidad de vida (ref. 5).

e) Factor cultural. La cultura es el resultado de las actividades individuales del hombre y de sus interacciones con otros hombres y con los objetos, la cultura expresa el estilo de las sociedades y sus formas de participación con la distribución de la riqueza, la salud, la educación, la información, la justicia, la seguridad, etc; de la misma manera, las sociedades se organizan para producir, manifestar grados de desarrollo económico y tecnológico y de control sobre el ambiente; en ese sentido, depende de la educación la importancia cultural que se dé a los problemas de contaminación y a las acciones de protección del entorno y los recursos.

En la medida en que una sociedad posea una cultura ambiental, basada en la información, las medidas para controlar la contaminación se llevarán a cabo con mayor rapidez y efectividad.

La educación en todas sus facetas y modalidades es el factor crítico del que depende la modificación del comportamiento cotidiano y toma de conciencia ambiental de millones de personas y es el factor que puede cambiar el rumbo que llevan los estilos de desarrollo presentes (ref.7).

REFERENCIAS

- 1 Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA); *Cuidar la tierra: estrategia para un futuro de vida*, PNUMA, Gland, Suiza, 1991.
- 2 Consejo de la calidad ambiental y el departamento de Estado de los Estados Unidos; *Futuro global: tiempo de actuar*, Siglo veintiuno editores, España 1984.
- 3 Olivier R., Santiago; *Ecología y subdesarrollo en América Latina*, Siglo veintiuno editores, México 1988.
- 4 Gorz, André, Bosquet, M.; *Ecología y política*, Ed. El viejo topo, España 1982.
- 5 Leff, Enrique; *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo veintiuno editores, México 1986.
- 6 Foster, Philipps W.; *Contaminación: Introducción a la ciencia ambiental*, Ed. El Atenco, Buenos Aires 1978.
- 7 Elizondo, Alarcón J.; *Fines y problemas de la educación*, Series del Instituto de Ingeniería No. 467, UNAM, México 1983.

CAPITULO IV

Objetivo

Conocer la situación actual del medio ambiente en México, sus problemas de contaminación, sus leyes, programas de acción y sus estrategias. Se estudiarán globalmente los problemas que enfrenta el país, y en particular la zona metropolitana de la ciudad de México, en materia ecológica, y se analizará la eficacia de las acciones que hasta ahora se han llevado a cabo en la práctica por parte de los diferentes sectores de la sociedad mexicana.

4.1 INTRODUCCION

La contaminación ambiental que sufre la Ciudad de México es el resultado de causas diversas; por un lado están las que son evidentes: en el Distrito Federal habitan un poco más de 8 millones de personas, es decir, el 10% de la población total del país; lo anterior significa una densidad de población de 5,495 habitantes por kilómetro cuadrado que demandan servicios de agua, alimentación, transporte, energía, etc, (compárese la densidad de población del D.F. con la del Estado de México; aún cuando en este Estado existen casi 10 millones de habitantes, la densidad de población es de 458 personas).

Si además de lo anterior tomamos en cuenta las zonas conurbadas del D.F., la población asciende a 15 millones de habitantes (zona metropolitana de la Ciudad de México ZMCM) (ref.1).

Por otro lado la concentración industrial significan 27,000 industrias establecidas en la zona metropolitana de la Ciudad de México (en el D.F. son 25,713), éstas representan la quinta parte del total de las industrias del país y de estas 27 mil, 4 mil están consideradas por las autoridades como de "alto riesgo" (ref 2 y 3).

Se puede decir que son la concentración industrial y de la población (la centralización política y económica), el volumen de los servicios que demandan, los residuos contaminantes que generan y las difíciles condiciones geográficas del valle de México, las causas principales de la grave situación ambiental que vive la Ciudad de México.

Sin embargo existen otras causas de contaminación que aunque menos evidentes no son menos importantes.

La deforestación, compactación y erosión de los suelos, han originado la pérdida de la fertilidad de las tierras agrícolas; los campesinos y otros grupos no menos pobres se han visto en la necesidad de emigrar hacia las zonas urbano-industriales en busca de un empleo que les permita sostenerse, es así como la Ciudad de México no sólomente ha ido creciendo en población, sino también en miseria.

Una gran parte de la población del país vive en condiciones de penuria económica y el 40% de los mexicanos se encuentran en lo que los sociólogos llaman "pobreza extrema", que es cuando los ingresos no alcanzan para cubrir las necesidades elementales del individuo, que son alimentos, vestido y habitación (ref.4).

La falta de servicios médicos y de infraestructura (agua potable, sistemas de alcantarillado y drenaje, etc) junto con las precarias condiciones de los asentamientos humanos marginados, contribuye significativamente al deterioro del ambiente y de la salud pública.

Por otro lado la dependencia tecnológica y la incapacidad para resolver las consecuencias negativas de la producción industrial (el subdesarrollo) es otra de las causas del deterioro ambiental.

No se debe olvidar, además, que en nuestro país se han establecido industrias contaminantes y tiraderos clandestinos de basuras industriales de países desarrollados (Estados Unidos) que poseen legislaciones rígidas en materia ambiental y, que también, hemos comprado y utilizado productos que por su toxicidad o grado de contaminación han sido prohibidos en otros países (agroquímicos, pesticidas, etc); lo anterior tiene que ver, claro, con lo flexibles que resultan ser a nivel mundial nuestras leyes ambientales.

Es así como el sistema político-económico del país, la desigual distribución de la riqueza, la dependencia tecnológica, la flexibilidad de nuestras leyes ambientales y la centralización y concentración de población e industria han hecho de la Ciudad de México una de las más contaminadas del mundo.

Este capítulo analizará primero la legislación ambiental mexicana, sus planes y programas, y describirá después los problemas del país y de la Ciudad de México en particular en materia de contaminación así como las estrategias que se han formulado hasta ahora, la ejecución de acciones y la participación de la sociedad (movimientos ecologistas y otros).

4.2 LEGISLACION AMBIENTAL MEXICANA

Con las reformas hechas a los artículos 27 y 73 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, se elevaron a rango constitucional la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Fue así como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente entró en vigor en marzo de 1988; esta ley define los principios de la política ecológica mexicana, regula los instrumentos para su aplicación, (Ver cuadro IV.1) y además, prevé un proceso de descentralización en la toma de decisiones concernientes al manejo del ambiente en el país (ref 5).

Las funciones de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal se describen en el capítulo III del título primero de la Ley ; es a SEDESOL a quien corresponde, no solamente formular y conducir la política general de ecología (Instituto Nacional de Ecología), sino que debe aplicar los reglamentos y vigilar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Técnicas Ecológicas (NTE) que expide en todo el país (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (ref.6).

Los organismos del sector público deben participar con SEDESOL para lograr el cumplimiento de la ley y de las normas, las metas y estrategias de los planes y programas y para formular y conducir las diferentes políticas ambientales; para lo anterior se ha creado la Comisión Nacional de Ecología que es un órgano permanente de coordinación intersecretarial cuya función principal es analizar los problemas ambientales, identificar las prioridades y proponer programas y acciones ecológicas.

Así pues, SEDESOL es la dependencia gubernamental que vigila el cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y es, al mismo tiempo, la que se encarga de realizar, coordinar, formular y desarrollar las acciones, estudios, programas y normas que sean pertinentes para cumplir con los objetivos ecológicos del país; con la participación, como ya se mencionó, de las otras dependencias y secretarías.

En lo que se refiere a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se ha criticado mucho el hecho de que aún cuando es similar a las de países desarrollados en su discurso y en la redacción y estilo de emisión de normas, los límites máximos permisibles resultan más flexibles y las normas que hasta hoy se han emitido son muy pocas en comparación con las que han emitido los países de los que se han copiado las políticas; se puede decir además, por ejemplo, que en materia de residuos peligrosos y su disposición aún falta mucho por legislar, aún no se tiene un reglamento

**CUADRO IV.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y
PROTECCION AL AMBIENTE: CONTENIDO**

TITULOS :	
TITULO PRIMERO	Disposiciones Generales (Capítulo I al V)
TITULO SEGUNDO	Áreas naturales protegidas (Capítulo I al III)
TITULO TERCERO	Aprovechamiento racional de los elementos naturales (Capítulo I al III)
TITULO CUARTO	Protección al ambiente (Capítulo I al VII)
TITULO QUINTO	Participación social (Capítulo único)
TITULO SEXTO	Medidas de control y de seguridad y sanciones (Capítulo I al VII)

REGLAMENTOS :
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental. (Capítulo I al VII)
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito federal y los municipios de su zona conurbada. (Capítulo I al IV)
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos. (Capítulo I al V)
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de contaminación de la atmósfera. (Capítulo I al V)
Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. (Capítulo I al IX)
Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido. (Capítulo I al IX)
Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. (Capítulo I al VI)
Reglamento interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. (Capítulo I al X)

Ref.5

riguroso sobre el transporte de sustancias y residuos tóxicos y la infraestructura nacional para el reciclaje, recuperación y confinamiento de dichos residuos es muy pobre.

Las leyes ambientales mexicanas no regulan con detalle la descarga de contaminantes específicos como lo hace, por ejemplo, la ley del superfondo estadounidense para tratar los problemas de la disposición de desechos.

Por otro lado, aún cuando el gobierno se ha esforzado a través de SEDESOL y de las diferentes secretarías y dependencias para crear programas y formular estrategias, el rigor en las prácticas deja mucho que desear. Cabe hacer la aclaración de que desde la reciente creación de la SEDESOL, las visitas de inspección hechas a las industrias por parte de la Secretaría se han ido incrementando, tales visitas han derivado en gran cantidad de clausuras parciales y/o totales; sin embargo, y aunque no en todos los casos, ésto se ha prestado para cierto tipo de corrupción, en la que los arreglos entre el inspector y el industrial, convierten en un proceso aún más lento la disminución de las emisiones contaminantes en la ZMCM.

Lo anterior demuestra que las leyes mexicanas ambientales son muy jóvenes aún y que el subdesarrollo necesariamente frena su evolución rápida y consistente.

4.3 PLANES Y PROGRAMAS

Existen dos planes de largo alcance contra la contaminación ambiental y el deterioro del ambiente en México: el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente, elaborado por la que antes era la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), y el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), diseñado por el Departamento del Distrito Federal (DDF) (refs. 7 y 8).

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 revisa los fenómenos de destrucción de bosques y selvas, el deterioro de la calidad del aire, la escasez y contaminación del agua, el empobrecimiento y subutilización de los suelos, el inadecuado manejo y disposición de residuos municipales e industriales y revisa los problemas sobre educación ambiental: es decir, hace un análisis general de los problemas ambientales del país y de esta manera fundamenta lo que en los siguientes capítulos constituyen las estrategias, las metas y la ejecución de acciones del programa.

El Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica de la zona metropolitana de la Ciudad de México (PICCA) fué elaborado con la participación de las secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología (ahora SEDESOL), de Hacienda y Crédito Público, de Programación y Presupuesto, de Comercio y Fomento Industrial,

de Comunicaciones y Transportes, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud, el Departamento del Distrito Federal, el gobierno del Estado de México y los gobiernos municipales de la zona conurbada, Petróleos Mexicanos, la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto Mexicano del Petróleo.

Cada una de las dependencias participantes integró un grupo de trabajo y se incorporaron a ellos científicos nacionales y especialistas de los organismos creados para la protección del ambiente de otros países del mundo (ref.8).

El objetivo principal del programa es el de una vez evaluadas las tendencias de contaminación del aire en la zona metropolitana de la ciudad de México llevar a cabo acciones que logren la disminución de los contaminantes atmosféricos y para ello elabora lo que llama una "estrategia Integral" contra la contaminación atmosférica.

El Programa Integral es un plan a mediano plazo, es un programa para la década de los noventa y los proyectos que incluye estarán concluidos, en teoría, en un plazo de entre uno y cinco años.

Por otro lado existe el Plan de Contingencias Ambientales (ref.9), éste cumple la función de proporcionar las acciones y medidas que se deben tomar según el número de puntos IMECA (Índice metropolitano de calidad del aire) que se alcancen en la zona metropolitana (cuadros IV.2, IV.3 y IV.4).

En lo que se refiere al Plan de Contingencias Ambientales y sus fases, se debe mencionar que la SEDESOL aún no tiene ni la cuarta parte del total de las industrias que existen en la ZMCM debidamente registradas, es por ello que cuando se sobrepasan los 200 puntos IMECAS, sólo se reducen las actividades de una parte y no del total de las industrias que se consideran críticas; lo anterior es sumamente grave y es quizá la razón por la cual aún cuando entra a funcionar el programa Hoy no circula de dos días y la industria reduce sus actividades hasta en un 50%, los índices de contaminación no parecen disminuir.

Entre los planes que se han formulado hasta hoy, existe también el borrador de un plan integral para la frontera México-Estados Unidos ("the border environmental plan") que se ha estado llevando a cabo entre los gobiernos de ambas naciones, con la participación tanto de SEDESOL como de EPA (Environmental Protection Agency); el plan consiste en la articulación de esfuerzos de parte de los dos países para controlar y mantener el cumplimiento de las leyes ambientales en la región fronteriza que incluye los 6 estados mexicanos: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y

CUADRO IV.2 CONCENTRACION DE CONTAMINANTES SEGUN EL IMECA

IMECA	CALIDAD DEL AIRE	CONTAMINANTE				
		PST (24 hrs) mcg/m3	CO (8 hrs) ppm	SO2 (24 hrs) ppm	NO2 (1 hr) ppm	O3 (1hr) ppm
0-100	SATISFACTORIA	275	13	0.13	0.21	0.11
101-200	NO SATISFACTORIA	456	22	0.35	0.66	0.23
201-300	MALA	637	31	0.56	1.1	0.35
301-500	MUY MALA	1000	50	1	2	0.6

PST= Partículas suspendidas totales

O3= Ozono

CO= Monóxido de Carbono

SO2= Dióxido de Azufre

NO2= Dióxido de Nitrógeno

Ref.15

CUADRO IV.3 EFECTOS Y RECOMENDACIONES SEGUN NIVELES DE IMECAS

CRITERIOS DE CALIDAD DEL AIRE	NIVEL PARA LA SALUD	EFFECTOS A LA SALUD	MEDIDAS DE PRECAUCION
DAÑO SIGNIFICATIVO (500 IMECAS)	MUY PELIGROSO	<ul style="list-style-type: none"> - Muerte prematura de enfermos y ancianos. Personas sanas experimentan síntomas adversos que afectarán sus actividades normales. - Aparición prematura de algunas enfermedades, agravamiento significativo de los síntomas de algunas enfermedades. Tolerancia decreciente al ejercicio en personas sanas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las personas deben quedarse en sus casas, cerrando puertas y ventanas. Todas las personas deben minimizar actividades físicas y evitar el tráfico. - Ancianos y personas con enfermedades deben quedarse en casa y evitar enfermedades físicas. La población en general debe evitar actividades en el exterior.
EMERGENCIA (400 IMECAS)	PELIGROSO	<ul style="list-style-type: none"> - Agravamiento significativo de síntomas y tolerancia decreciente a ejercicio en personas con enfermedades cardíacas o respiratorias. Amplia sintomatología en la población sana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ancianos y personas con enfermedades cardíacas y respiratorias deben quedarse en sus casas y reducir las actividades físicas.
ADVERTENCIA (300 IMECAS)	MUY INSALUBRE	<ul style="list-style-type: none"> - Agravamiento leve de síntomas en enfermos, imitación en población sana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personas con problemas cardíacos y respiratorios deben reducir los ejercicios físicos y las actividades en el exterior.
ALERTA (200 IMECAS)	INSALUBRE		
NORMA (100 IMECAS)	MODERADO		
50 % DE LA NORMA	BUENO		

CUADRO IV.4 EL PLAN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES

Nivel I.	IMECA de 200 a 300 puntos
Medidas	<p>Suprimir actividades físicas y recreos al aire libre en las escuelas primarias y secundarias</p> <p>Suspender en 50% los vehículos oficiales</p> <p>Suspender servicios de baños públicos, planchaduras y tintorerías desde la madrugada hasta el medio día.</p> <p>Reducir actividades en las industrias críticas entre el 30 y el 40%.</p> <p>Suspender actividades de plantas de asfalto.</p>
Nivel II.	IMECA entre 350 y 450 puntos
Medidas	<p>Entrar a funcionar el Hoy no circula de dos días.</p> <p>Reducir actividades industriales críticas en un 75%.</p> <p>Reducir actividades con industrias con las que se haya concertado hasta en un 50%.</p> <p>Suspender clases y labores en oficinas públicas, cines, teatros, centros nocturnos, y centros comerciales de bienes no comestibles.</p> <p>Suspender actividades de construcción y demolición y restringir el transporte y descarga de materiales.</p>
Nivel III.	IMECA superior a 450 puntos
Medidas	<p>Se declara día de asueto general en toda la zona metropolitana.</p>

Ref.9

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tamaulipas; y los 4 estados norteamericanos: California, Arizona, Nuevo México y Texas (ref.10).

Además de los anteriores, cabe mencionar la reciente aparición de lo que se llama el "Programa de Verificación Industrial 1992-1993", este programa aplica sólo para la zona metropolitana de la Ciudad de México y básicamente exige a las industrias la evaluación anual de las emisiones contaminantes que salen por sus ductos y chimeneas, tanto de equipo de proceso, como de equipo de combustión para de ésta manera controlar la contaminación atmosférica debido a la industria; las industrias deben presentar ante la SEDESOL el trámite que se llama el "inventario de emisiones" en el que declaran la concentración y emisión de los contaminantes que las normas exigen ser evaluados (ref. 11).

Los programas y planes antes descritos se basan en la política gubernamental que opina "se debe conciliar el desarrollo con la ecología", es decir, se deben respetar las actividades de producción y de servicios o las necesidades de evolución económica tanto como las actividades de lucha contra la contaminación; la política que aplica el gobierno mexicano en materia ambiental "no busca paralizar o inhibir el desarrollo" (ref. 7).

En la introducción del Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente se lee :

"La política ecológica que se sustenta no está apoyada en el sacrificio de nuestro desarrollo ni en la sola acción correctiva; parte de la redefinición de los patrones de producción y consumo, para hacerlos compatibles con el cuidado del ambiente y el uso racional de los recursos".

Lo que aún no queda claro es de qué manera se redefinirán los patrones de producción y consumo cuando se espera que en el transcurso de 1992 y 1993 un poco más de 200 plantas maquiladoras inicien sus actividades en el país, un porcentaje importante de las cuales produce residuos peligrosos; para fines de 1992 se registró un total de 2250 maquiladoras (ref 12).

Por otro lado es cierto que la adaptación a las nuevas exigencias ecológicas es un proceso complejo, costoso y de maduración gradual.

4.4 SITUACION ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE EN MEXICO

Recursos Naturales

En México se reportan crecientes índices de deforestación, equivalentes a 500 mil hectáreas al año, es decir, 5 mil km² anuales (la extensión del territorio es de casi 2

millones de km²); este problema se atribuye a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, a la explotación desordenada de los recursos, al crecimiento urbano y a los incendios forestales naturales o inducidos.

Los fenómenos de salinización, eutricación, desertificación de suelos y el empleo de plaguicidas y agroquímicos en México han traído como resultado la pérdida de la vegetación y la modificación y alteración de la flora y fauna en las distintas regiones del país.

Los estudios demuestran que la abundancia y diversidad de las especies de plantas y animales mexicanos tienden a disminuir por causas como son la destrucción del hábitat, la caza y pesca furtivas, el comercio ilegal, la contaminación ambiental y las actividades turísticas inapropiadas.

El problema de el deterioro de los recursos naturales es sumamente complejo, intervienen una gran cantidad de factores que para los propósitos del presente trabajo es imposible analizar; sin embargo, al saber que la superficie protegida del país según el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas alcanza tan sólo el 7% del territorio nacional nos hace darnos cuenta de la gravedad del asunto ¿qué está pasando con el 93% que no está "protegido"? y cuando nos enteramos de los problemas que enfrenta ese 7% de áreas protegidas, a saber, insuficiencia de recursos humanos, materiales y financieros para atenderlas adecuadamente, la incapacidad para aplicar medidas coercitivas a los infractores por parte del personal responsable de realizar la vigilancia, invasiones, tala clandestina, ausencia de programas de investigación, etc; entonces no es difícil darse cuenta de que la situación de los recursos naturales del país se encuentra realmente en peligro (ref. 7).

Agua

Los grandes polos de desarrollo demandan cantidades cada vez mayores de agua; también ellos son los que aportan más contaminantes al descargar sus aguas residuales (municipales e industriales) en los cuerpos receptores, en general sin tratamiento alguno.

El suministro a los centros urbanos representa grandes erogaciones, ya que en tanto la demanda se concentra en regiones situadas por encima de los 500 msnm, la mayoría de las cuencas susceptibles de servir como fuente de abastecimiento se ubican por debajo de esa cota. Estas condiciones han obligado a construir sistemas de captación y de conducción con inversiones muy costosas (ref. 7).

Debido a estas tendencias, se observan ya insuficiencias críticas de agua limpia en algunas regiones del país. En la zona metropolitana de la Ciudad de México se ha tenido que recurrir al trasvase de cuencas para satisfacer las demandas de agua (ref.13).

En las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara se generan 46, 8.5 y 8.2 metros cúbicos por segundo de aguas residuales respectivamente, lo anterior en conjunto equivale al 34% del total nacional, estimado en 184 metros cúbicos por segundo; de estos 184, 105 corresponden a descargas municipales y 79 a descargas industriales (ref.7).

El sector industrial, de acuerdo con los índices de extracción, consumo y contaminación de agua, se ha configurado en 39 grupos, de los cuales 9 son los que producen la mayor cantidad de aguas residuales: azúcar, química, papel y celulosa, petróleo, bebidas, textiles, siderurgia, electricidad y alimentos. Estos 9 grupos en conjunto arrojan el 82% del total de aguas residuales de origen industrial en el país (cuadro IV.5).

Actualmente se cuenta con 223 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (con una capacidad de 16.5 metros cúbicos por segundo) y con 177 plantas de tratamiento de aguas de origen industrial (con una capacidad de 12 metros cúbicos por segundo) (ref.7).

De lo anterior se deriva que, de la descarga total de aguas residuales municipales, sólo se trata el 15.7% , del cual aproximadamente la mitad se reutiliza. De las aguas residuales industriales, únicamente se trata el 15.5%. Cabe aclarar que estas cifras son estimadas según la capacidad instalada y que no todos los sistemas de tratamiento están en operación (ref.7).

En el análisis de las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales municipales, se detectan deficiencias importantes: diseño inadecuado, ubicación desfavorable por condiciones topográficas o por la localización de las redes de alcantarillado, obras inconclusas, carencia de instalaciones eléctricas, insuficiencia de personal capacitado para operar y mantener en buenas condiciones las instalaciones, etc. A lo anterior se agrega que el país no cuenta con la tecnología adecuada para la fabricación de equipo de medición y de tratamiento, ni con suficiente personal capacitado para hacerlo.

Se han emitido Normas Técnicas Ecológicas para las descargas de aguas residuales municipales en el caso de algunas de las ramas industriales y se cuenta con la facultad de otorgar o negar permisos para el vertimiento, en base a la calidad del agua que se pretende alcanzar en el cuerpo receptor. Para apoyar estas acciones, se cuenta

**CUADRO IV. 5 GRUPOS INDUSTRIALES QUE INCIDEN MAYORMENTE EN LA
PROBLEMATICA DE CONTAMINACION DEL AGUA EN MEXICO**

Extracción y beneficio de minerales metálicos
Fabricación de alimentos
Elaboración de bebidas
Industria Textil
Fabricación de prendas de vestir y otros artículos confeccionados con textiles y otros materiales, excepto calzado
Fabricación de calzado e industrias del cuero
Industria y productos de madera y corcho, excepto muebles
Industria de papel
Industria Química
Refinación de petróleo y derivados del carbón mineral
Fabricación de productos de hule y de plástico
Fabricación de productos de minerales no metálicos
Industria metálica básica
Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo
Fabricación y ensamble de maquinaria, equipos, aparatos, accesorios y artículos electrónicos y sus partes
Construcción, reconstrucción y ensamble de equipo de transporte y sus partes
Otras industrias manufactureras

Ref. 13

con una red nacional de monitoreo de la calidad del agua, consistente en 304 estaciones manejadas por SEDESOL y 774 administradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); de igual forma está en operación la red nacional de laboratorios analíticos (ref.7).

Estos sistemas tendrán que perfeccionarse tanto en su cobertura como en su capacidad, para poder fijar condiciones particulares de descarga y vigilar su cumplimiento.

Recientemente se creó la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua cuyo principio implícito advierte "el que contamine que pague", las industrias deben pagar a la Comisión Nacional del Agua (CNA) por derecho de uso, aprovechamiento y descarga de este recurso en áreas de competencia federal. Las cuotas se fijan siguiendo los dos criterios esenciales: las disponibilidades en la región y las características de la descarga en términos de contaminación (ref. 7 y 13).

El agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

A la ZMCM que cuenta con una población de 15 millones de habitantes se suministran diariamente un caudal medio de 57.9 metros cúbicos por segundo de agua potable, esa cantidad equivale, para darse una idea, a llenar el Estadio Azteca dos veces al día (ref.7).

Con esta oferta, según las cifras oficiales, se atiende al 98% de la población. El agua con que se abastece a la zona metropolitana de la Ciudad de México proviene de distintas fuentes, siendo la principal de ellas el acuífero subterráneo.

Sólo una fracción apenas superior al 40% del caudal extraído del acuífero se recarga naturalmente a través de la precipitación pluvial, lo que plantea una tendencia de agotamiento. Actualmente el gobierno ha emprendido una serie de acciones encaminadas a sustituir el agua del acuífero por la de otras cuencas, lo que trae consigo efectos ecológicos y sociales adversos.

El planteamiento de la explotación de nuevas cuencas tan lejanas como Tecolutla, Ver. y Amacuzac, Mor., para satisfacer las demandas de agua de la zona metropolitana implicará gastos increíbles en construcción de infraestructura y en energía eléctrica para bombeo (ref.7).

En la ZMCM, la mayor parte del agua es utilizada por el sector doméstico y de servicios, mientras que la industria sólo ocupa el 16% generando un porcentaje similar de aguas negras que se desechan por las vías del drenaje. El tipo de desechos que se vierten a causa de los procesos industriales tiene un efecto contaminante

cualitativamente mayor que el de los efluentes generados por el sector doméstico (refs. 7 y 14).

El agua que se desecha de la Ciudad de México sale por los canales de Nochistongo y Tequiquiac hacia el río Tula, y finalmente, a los ríos Moctezuma y Pánuco que la conducen al Golfo de México.

Para tener una perspectiva del problema de contaminación de las aguas que se desalojan de la ZMCM, varios autores e investigadores apuntan que el 90% de los residuos tóxicos y peligrosos generados por la industria se vierten al drenaje. Tales sustancias pueden degradar irreversiblemente los acuíferos subterráneos, inutilizándolos para el consumo humano. Es importante hacer notar que, a diferencia de otros países, el sistema de drenaje de la ZMCM no está diseñado para separar las aguas residuales municipales de las industriales ni de las pluviales, al descargarse la mezcla de los diferentes tipos de aguas residuales se plantea de entrada un problema de tratamiento aún más difícil (ref. 14).

En la ZMCM solamente hay 11 plantas tratadoras de aguas municipales, y una planta en Vallejo, para tratamiento de aguas industriales. Algunas empresas (difícil determinar cuántas) cuentan con plantas propias. Como consecuencia, el total de aguas reutilizadas después de algún tipo de tratamiento llega a menos del 3% de la oferta total (ref. 7).

El problema de la escasez y contaminación de las aguas no solamente tiene que ver con las concentraciones urbano-industriales y con la falta de plantas de tratamiento de aguas industriales y municipales; sino que además tiene que ver con la cantidad de plantas de tratamiento que no funcionan adecuadamente, con la incapacidad técnica, con los errores de planeación urbana y rural que se han cometido, con la flexibilidad de las leyes y con las políticas que durante décadas han dado prioridad al desarrollo económico e industrial. En general se reconoce que la infraestructura de abastecimiento de agua potable, distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas negras ha recibido un escaso mantenimiento y que se requiere de considerables inversiones para su rehabilitación (refs. 7 y 14).

Aire

En las grandes ciudades se presentan los problemas más críticos de contaminación atmosférica; el 40% del total de los contaminantes emitidos a la atmósfera en el país, se generan en la zona metropolitana del Ciudad de México (ZMCM), Guadalajara y Monterrey (ref. 7).

En la zona metropolitana del Valle de México el problema de la contaminación atmosférica reviste características graves como consecuencia de la excesiva concentración urbano-industrial y de las condiciones geográficas y meteorológicas de la región. En ella se localiza el 20% de los establecimientos industriales del país, el 40% de la inversión industrial y el 42% de la población económicamente activa según cifras oficiales (refs. 1,2,3 y 7).

Las ciudades fronterizas como Tijuana, Ciudad Juárez, Reynosa, Matamoros y Piedras Negras han presentado en los últimos años signos de deterioro significativo en la calidad del aire a consecuencia también de su crecimiento urbano-industrial, el número de plantas maquiladoras en la frontera se ha ido incrementando.

Otros lugares de la República en los que se llevan a cabo actividades de exploración, explotación y extracción de hidrocarburos, como son Minatitlán y Coatzacoalcos, también se encuentran muy contaminados.

Merecen especial mención, por sus atmósferas contaminadas, el corredor industrial del bajo y el de la zona de Tula-Vito-Asasco. En este último la explotación y aprovechamiento de materiales pétreos, sumados a la industria petroquímica y a la generación de energía eléctrica, representan emisiones del orden de 350 mil toneladas al año (ref.7).

Para conocer los niveles de contaminación de las principales ciudades y definir medidas preventivas y correctivas, se estableció la Red Nacional de Monitoreo Atmosférico que actualmente cuenta con 22 redes manuales, 3 micrometeorológicas y una red automática. Se ha establecido también el Sistema Nacional de Monitoreo Atmosférico que consta de 192 estaciones; con lo anterior se evalúa sistemáticamente la calidad del aire en las ciudades del país que presentan mayores problemas (ref.7).

El aire en la zona metropolitana de la Ciudad de México

No hay duda de que la Ciudad de México y sus alrededores representan una zona crítica; el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente afirma que la emisión de contaminantes en esta zona asciende a poco menos de 5 millones de toneladas anuales; 570 mil provienen de la industria, 4 millones de toneladas son causadas por fuentes móviles y el resto corresponde a fenómenos naturales (refs. 7 y 8).

Se estima que en la ZMCM circulan casi 3 millones de vehículos automotores, mismos que contribuyen con 80% al total de la contaminación; principalmente emiten monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, hidrocarburos no quemados y partículas (ref.7).

En relación con las fuentes fijas, se estima en 27 mil el número de instalaciones industriales; las emisiones principales provienen de las industrias: química, fundición de hierro y acero, textil, de minerales no metálicos, hulera, papelera, alimenticia, vidriera, de plásticos, metal mecánica, de asfalto, de grasas, aceites y cementera. Destacan las refinerías y las termoelectricas que aportan el 37% del total de los contaminantes provenientes de fuentes fijas (refs. 7, 8 y 15).

Los establecimientos de servicios que utilizan en forma importante calderas, quemadores e incineradores y hornos liberan a la atmósfera bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y partículas.

Cabe destacar la alta generación de polvo de algunas fuentes fijas por la falta de uso de filtros y de optimización de sistemas de colección, así como la provocada por cerca de 110 mil vehículos que utilizan diesel como combustible. El uso de combustóleo produce también altas concentraciones de bióxido de azufre debido al alto contenido de azufre que contiene el petróleo crudo en el país.

En cuanto a la infición por hidrocarburos de origen industrial la evaluación es difícil, las emisiones originadas por evaporación reaccionan con mucha facilidad en la atmósfera en presencia de luz solar produciendo ozono.

En el caso del ozono, su concentración en la atmósfera capitalina rebasa frecuentemente los niveles máximos permisibles que fijan las normas.

La intensidad del uso del suelo y la enorme cantidad de actividades que se realizan en la ZMCM y sus alrededores, mantienen una tendencia creciente de emisión de contaminantes a la atmósfera que deterioran la calidad del aire y los ecosistemas que componen el Valle de México.

El Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana afirma que la más importante de las variables que explica la contaminación atmosférica es el consumo energético en términos de los combustibles fósiles que se queman y que los procesos de combustión en vehículos, industrias y establecimientos de servicio contribuyen con alrededor del 90% del volumen de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

En 1985 se puso en operación la "red automática de monitoreo ambiental", integrada por 25 estaciones que miden el contenido en el aire de bióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas suspendidas.

La calidad del aire se evalúa con base en las mediciones realizadas para cada uno de los contaminantes y se expresa en función del denominado "índice metropolitano de la calidad del aire" (IMECA), que se publica y difunde por varios canales de información (cuadros IV.2 y IV.3).

El Programa de Contingencias Ambientales se creó con el fin de prevenir y atender los episodios de contaminación en los casos en que se presenten condiciones atmosféricas desfavorables; este programa considera distintas acciones para reducir las emisiones, en función de los valores IMECA que se tengan (cuadro IV.4).

Así es como tanto el Programa de Contingencias Ambientales como el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica de la ZMCM son los que se encargan de llevar a cabo las acciones y planes pertinentes en los casos graves de contaminación ambiental, sin embargo se carece de datos oficiales para comprobar la eficacia de dichos programas; ni el Departamento del Distrito Federal (DDF) ni la SEDESOL han proporcionado los datos y las estadísticas de las concentraciones promedio anuales de los contaminantes que se miden. Algunos investigadores afirman que la información presentada con base en los criterios oficiales no permite identificar la peligrosidad alcanzada en un lugar o momento determinado debido a que se promedian las concentraciones emitidas durante el día; combinando aritméticamente los valores más altos con los más bajos y resultando por lógica un promedio que podría estar abajo de la norma de alarma de los 300 IMECAS aunque las concentraciones rebasen dicha norma durante períodos largos del día en zonas específicas (ref.15).

Los resultados de las investigaciones que ha estado llevando a cabo el centro de Ecodesarrollo (ref.16) desde 1986 afirman que al promediar SEDESOL las concentraciones de todos los contaminantes a lo largo de las 24 horas del día en las 5 zonas en que se ha dividido a la ZMCM (suroeste, sureste, centro, noroeste y noreste) se entregan al público datos irreales; estas investigaciones demuestran la existencia de índices de contaminación en lugares específicos de la ciudad y en períodos de tiempo determinados que alcanzan cifras hasta de 3 veces la norma establecida. Los gases y humos emitidos no se distribuyen respondiendo a criterios homogéneos.

Es necesario destacar la desigual distribución de la contaminación del aire, agua y suelo en la Ciudad de México, ya que si bien es cierto que toda la atmósfera de la ciudad se halla bajo el impacto de diferentes contaminantes, sus concentraciones no se distribuyen de manera uniforme en las distintas zonas, el agua potable no es suministrada de manera equitativa entre sus habitantes y los residuos industriales y municipales se concentran tan sólo en algunas delegaciones.

Además de lo anterior se critica también la flexibilidad de la normatividad mexicana sobre algunos límites tolerables de emisiones contaminantes respecto a las adoptadas en otros países (cuadro IV.6).

Por otro lado, de los 25 monitores de la RAMA (red automática de monitoreo ambiental), sólo 5 miden los contaminantes más significativos (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, ozono y partículas suspendidas totales), esto resta representatividad a los informes diarios proporcionados por la SEDESOL al público.

El manejo de la información y la habilidad con la que las cifras oficiales distorsionan algunos hechos reales se puede ejemplificar si pensamos en la cifra que proporciona el PNPMA: "el 80% de la contaminación atmosférica se debe a los vehículos automotores"; este criterio se basa en el hecho de que el monóxido de carbono es el contaminante que se emite en mayor cantidad a la atmósfera (se ha calculado en un 54% anual), sin embargo lo importante en todo caso no es la cantidad, sino la calidad, el monóxido de carbono no es de los contaminantes más tóxicos, de hecho se puede emitir 50 veces más cantidad de monóxido de carbono que de óxidos de nitrógeno, por lo que es factible decir que es la industria y no los vehículos automotores la fuente de generación de contaminación más importante ya que los óxidos de nitrógeno se producen debido a los procesos de combustión a altas temperaturas (ref.23).

En general, la RAMA es criticada por los criterios, métodos y formas de manejar y presentar los datos de contaminación ambiental.

Por último cabe mencionar la reciente creación de la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana (CPCCA) cuya función es coordinar las acciones de los distintos planes y programas para darles seguimiento, esta comisión maneja los recursos económicos que provienen del Banco Mundial, el gobierno japonés y los recursos nacionales destinados para el financiamiento de los proyectos anticontaminantes propuestos por el Programa Integral y el de Contingencias Ambientales para la ZMCM.

Desechos y residuos sólidos

Según el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente (PNPMA), si se consideran todas las fuentes, en México se producen diariamente 52 mil toneladas de desechos sólidos municipales y 370 mil toneladas de residuos industriales. Actualmente del total de basura urbana producida, se recolecta únicamente el 75%, quedando dispersas 13 mil toneladas de basuras diariamente; de las cantidades recolectadas sólo

CUADRO IV. 6 COMPARACION DE NORMAS LIMITE ENTRE MEXICO Y OTROS PAISES

PAIS	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	MONOXIDO DE CARBONO	BIOXIDO DE AZUFRE	OXIDOS DE NITROGENO	OZONO	HIDROCARBURO TOTALES	PLOMO
MEXICO	275 mcg/m ³ /24hrs	14950 mcg/m ³ /8hrs (13.0 ppm)	340 mcg/m ³ /24hrs (0.13 ppm)	395 mcg/m ³ /1 hr (0.21 ppm)	218 mcg/m ³ /1 hr (0.11 ppm)		1.5 mcg/m ³ /3meses
ESTADOS UNIDOS	260 mcg/m ³ /24 hrs	10000 mcg/m ³ /8 hrs (9 ppm)	365 mcg/m ³ /24 hrs (0.14 ppm)	100 mcg/m ³ /maa (0.05 ppm)	240 mcg/m ³ /1hr (0.12 ppm)	160 mcg/m ³ /3hrs (0.24 ppm/3 hrs)	1.5 mcg/m ³ /3meses
CHECOSLOVAQUIA	150 mcg/m ³ /24 hrs media anual	1000 mcg/m ³ /24 hr media anual (0.87 ppm)	150 mcg/m ³ /24 hrs media anual (0.057 ppm)	100 mcg/m ³ /24 hr media anual (0.1 ppm)			0.7 mcg/m ³ /24 hrs media anual
ITALIA	100 mcg/m ³ /24 hr	23000 mcg/m ³ /24 hr (20 ppm)	150 mcg/m ³ /24 hr (0.057 ppm)	200 mcg/m ³ /24 hr (0.1 ppm)			10 mcg/m ³ /24 hrs
JAPON	100 mcg/m ³ /1hr 200 mcg/m ³ /1hr	11500 mcg/m ³ media diaria (10 ppm)	100 mcg/m ³ /1hr media diaria (0.04 ppm) 252 mcg/m ³ /1 hr (0.1 ppm)	75-113 mcg/m ³ /1hr media diaria (0.04-0.06 ppm)	118 mcg/m ³ /1hr (0.06 ppm)	maa= media aritmética anual	

Ref.15

16 mil toneladas son dispuestas adecuadamente en rellenos sanitarios controlados; las 23 mil restantes son tiradas a cielo abierto (ref.7).

Para el control de los residuos municipales, se encuentran operando en el país 34 rellenos sanitarios que cubren las necesidades de únicamente el 21% de la población (ref.7).

Dentro de los residuos municipales se encuentran los generados en hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación y docencia, los cuales son considerados como peligrosos por su capacidad contaminante y/o infecciosa.

En cuanto a las 370 mil toneladas de residuos sólidos que genera la industria diariamente, 13 mil corresponden a materiales que tienen características peligrosas, tan sólo la industria química libera mensualmente al mercado más de tres mil nuevos productos (ref.7).

Tradicionalmente, la industria ha depositado sus residuos en terrenos baldíos en forma clandestina, como resultado de estas prácticas se observa ya contaminación en varios cuerpos de agua superficiales.

Además de los residuos sólidos y municipales que genera nuestro país y de los daños que éstos producen a los mantos freáticos, las tierras, los ríos, la atmósfera, la flora y fauna y a la salud de la población, se deben tomar en cuenta la instalación de los cementerios de desechos tóxicos clandestinos que se han descubierto en el país y los basureros nucleares fronterizos, que de la misma manera nos afectan.

Algunos investigadores afirman (Restrepo, Bernache, Rathje y otros) que México carece de una estrategia integral de manejo de desechos sólidos que efectivamente prevenga la contaminación y sus devastadoras consecuencias; durante muchos años han predominado en nuestro país los tiraderos a cielo abierto y "cuasi rellenos" y se estima que por lo menos hasta 1984 existían 24 mil depósitos de basura clandestinos que no cumplían con las normas mínimas de construcción, contaminando mantos acuíferos, suelos y aire (ref. 17).

La contaminación que ocasiona la combinación de materias en los basureros está casi ausente en las leyes mexicanas, ni la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, ni el Reglamento para el Servicio de Limpia del DDF se refieren al ciclo de contaminación de aguas y suelos que desencadenan las sustancias en los tiraderos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente recomienda reducir el monto de desechos y establecer acciones de reciclaje y reuso de materiales, pero dichas intenciones no se han materializado en planes de acción concretos.

Desechos y residuos sólidos en la ZMCM

Actualmente se estima que la ZMCM produce diariamente más de 27 mil toneladas de basura, el 37.65% corresponde a la domiciliaria, el 52.99% corresponde a la industrial no tóxica y el 9.35% a los desechos industriales peligrosos, es decir, se producen alrededor de 2 mil 500 toneladas diarias de desechos industriales peligrosos (ref. 7).

Las delegaciones políticas Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Gustavo A. Madero e Iztapalapa participan con un 63.1% al total de estos residuos peligrosos generados (ref.7).

Diariamente, en las 16 delegaciones del Distrito Federal se recolecta, transporta y entierra la basura en sitios localizados en su perímetro y zonas aledañas. En muchos de estos lugares, los desechos son revisados y los artículos con algún valor separados con cuidado por los pepenadores (a los pepenadores, últimamente se ha dado por llamarles "los trabajadores ecológicos por excelencia de la sociedad mexicana"); sin embargo, la mayor parte es enterrada, cabe mencionar que la ZMCM no cuenta con una planta de tratamiento de residuos peligrosos de origen industrial y que se ha demostrado que en muchas ocasiones estos son arrojados a barrancas, lotes baldíos, basureros y drenajes (refs. 7 y 18).

El cuerpo legislativo encargado de normar el ciclo urbano y ecológico de la basura en el Distrito Federal se limita sólo a definir las acciones de coordinación para instalar y dar mantenimiento a contenedores y depósitos, a las operaciones de limpieza y recolección de desechos sólidos, a atender quejas, sancionar infractores y a prohibir ciertas actividades, pero no se refiere a los basureros y ex-tiraderos como posibles fuentes de contaminación (refs. 7 y 18).

El reciente Reglamento de Limpia del DDF no define claramente su política en este sentido; plantea la separación de orgánicos e inorgánicos, recomienda aprovechar industrialmente la basura, pero no menciona quién lo hará, ni cómo ni en qué condiciones específicas; tampoco indica qué hacer con los desechos separados, cómo serán recolectados y aprovechados (refs. 7 y 18).

4.5 ESTRATEGIAS

En términos generales, el Plan Nacional para la Protección del Medio Ambiente (PNPMA) plantea estrategias que apuntan primero hacia una política de redistribución de las actividades socio-económicas y de la población, es decir, a una descentralización, y segundo a una redistribución también de los esfuerzos ecológicos: las regiones municipales como entidades que sostengan y prevengan sus propios asuntos ecológicos (siempre en concordancia con las decisiones de la Federación).

Además de lo anterior, el PNPMA propone como estrategia de acción nacional la modernización de las estructuras de gobierno que rigen y atienden los problemas ecológicos con la creación de "regidurías ecológicas", órganos jurídico-administrativos para el ámbito regional y la revisión y complemento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Por otro lado, perfeccionar el trabajo de coordinación entre los diferentes organismos y secretarías, promover actividades en conjunto con los institutos de investigación y las universidades y la participación social y cooperación internacional se incluyen como estrategias en este programa (ref 7 y cuadro IV.7 al 13).

Las estrategias que plantea el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) en la ZMCM incluyen a la industria petrolera, el transporte, la industria privada y establecimientos de servicio, a las termoeléctricas, la reforestación y restauración ecológica y además a la investigación, educación y comunicación social (cuadro IV.14).

Es interesante notar que aún cuando una de las estrategias más importantes del PNPMA incluye la descentralización de las actividades económicas, el PICCA no menciona entre sus estrategias relacionadas con la industria que éstas tengan que salir de la ZMCM para instalarse en lugares cuyas geografías sean más adecuadas; se sabe que de las 4 mil industrias consideradas como de "alto riesgo" ubicadas en la ZMCM tan sólo 25 están emplazadas a salir en tres años de la zona metropolitana (ref.19).

4.6 EJECUCION DE ACCIONES

Tal como se ha explicado anteriormente, México cuenta ya con planes y programas que proponen estrategias para controlar la contaminación y proteger el ambiente, en especial, el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente (PNPMA) ha emitido las acciones que deben ser ejecutadas en el país para lograr dar el seguimiento apropiado a dichas estrategias.

CUADRO IV.7 : PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS GENERALES

- 1) Perfeccionar los mecanismos de comunicación entre las autoridades y la sociedad
- 2) Perfeccionar el trabajo de coordinación intrasectorial e intersectorial que actualmente ya realiza la Comisión Nacional de Ecología
- 3) Dirigir en buena medida los esfuerzos ecológicos a la esfera municipal: descentralización
- 4) Enmarcar las decisiones en la premisa de la justicia: el costo de la reparación de los daños la pagará el responsable
- 5) Simplificar los procesos de regulación en materia ambiental: no trabas, no burocratismos
- 6) Apertura de espacios para la cooperación internacional
- 7) Hacer uso eficiente de los presupuestos asignados
- 8) Optimizar los recursos técnicos y humanos

Ref.7

CUADRO IV.8 : PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS PARA EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO

- 1) Planeación racional del territorio
- 2) Uso adecuado del suelo
- 3) Distribución armónica de la población
- 4) Descentralización: reubicación de actividades socioeconómicas
- 5) Asegurar que la planeación del desarrollo incluya la variable ecológica

Ref.7

CUADRO IV.9: PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS CON RESPECTO AL IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL

- 1) Se extenderá la aplicación de los estudios de impacto y riesgo ambiental a todos los proyectos públicos y privados, para ello se expedirán las disposiciones jurídicas pertinentes
- 2) Se establecerán mecanismos coordinados con las instancias estatales para que en el marco de la planeación territorial, se ubiquen zonas específicas para el establecimiento de actividades riesgosas

Ref.7

CUADRO IV.10: PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIA TERRITORIAL

RECURSOS NATURALES

- 1) Creación de programas que fomenten el respeto a la vocación natural del suelo
- 2) Fomentar técnicas de aprovechamiento controlado y uso óptimo de los recursos
- 3) Implantar programas locales para delimitar la frontera agrícola y forestal
- 4) Incrementar la superficie de áreas naturales protegidas y mejorar la vigilancia

AGUA

- 1) Atención prioritaria a las 31 cuencas hidrológicas del país que se encuentran severamente deterioradas: control de descargas de aguas residuales
- 2) Creación de programas específicos para saneamiento y correcto aprovechamiento hidráulico: control de calidad del agua y rehabilitación
- 3) Saneamiento de aguas estuarinas y marinas (puertos industriales y turísticos)
- 4) Estudiar fuentes contaminantes municipales e industriales para tomar medidas
- 5) Protección de recursos acuíferos sustento de las actividades económicas
- 6) Los responsables de la contaminación a las aguas (sector privado y empresas paraestatales) deberán pagar por el costo de las obras y acciones para reestablecer la calidad del agua

AIRE

- 1) se proponen dos niveles de atención: primero las zonas metropolitanas de la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey y segundo las ciudades fronterizas y puertos y corredores industriales
- 2) En la ZMCM se seguirá aplicando el PICCA y en Monterrey y Guadalajara se aplicarán también programas integrales en coordinación con sus gobiernos
- 3) En las ciudades del segundo nivel de atención se pondrán en práctica las experiencias de los programas anteriores y se vigilará no aumenten los niveles de contaminación atmosférica

DESECHOS Y RESIDUOS SOLIDOS

- 1) Promover la actualización del marco legal
- 2) Fortalecer la capacidad para cumplir con el total saneamiento
- 3) Ampliación de la infraestructura para el control, tratamiento y la disposición de los residuos sólidos

Fuente: Ref. 7

CUADRO IV.11: PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS MARCO LEGAL

- 1) Complementar la expedición de los reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y las normas técnicas ecológicas correspondientes
- 2) Asegurar la congruencia y aplicación de los ordenamientos legales
- 3) En la esfera local, propiciar un marco legal congruente con las necesidades de cada región y con las leyes nacionales

Ref.7

**CUADRO IV. 12: PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS SOBRE
EDUCACION, CAPACITACION, COMUNICACION,
CIENCIA Y TECNOLOGIA**

- 1) Intensificar las acciones de enseñanza ecológica a nivel escolar y para adultos, promoviendo el mejoramiento de la calidad de vida y la preservación de los recursos
- 2) Se buscará concertar con las instituciones de investigación una creciente actividad para la generación y transferencia de tecnologías que frenen el deterioro del medio ambiente y la contaminación
- 3) Se impulsará la investigación científica
- 4) Se buscará asimilar tecnologías más modernas
- 5) Se intensificarán los esfuerzos para integrar un banco nacional de Información ecológica

Ref.7

**CUADRO IV.13: PNPMA 1990-1994 ESTRATEGIAS SOBRE
PARTICIPACION SOCIAL, LA COOPERACION INTERNACIONAL
Y ESTRATEGIA INTERSECTORIAL**

PARTICIPACION SOCIAL

- 1) Se impulsará la participación social y el intercambio de información con diversas asociaciones civiles
- 2) Se apoyará la iniciativa de la creación de los consejos ecológicos de participación ciudadana a nivel estatal y municipal
- 3) Se intensificarán las campañas de acciones conjuntas con la ciudadanía para la restauración ecológica en diversas zonas del país y para arraigar hábitos y prácticas que protejan el entorno
- 4) Proporcionar los servicios de saneamiento y orden urbano que demanden las las comunidades
- 5) Promover la conciencia ecológica en la población: ahorro de agua y energía, control de ruido, recolección de desechos, etc

COOPERACION INTERNACIONAL

- 1) Participar en los programas ecológicos mundiales
- 2) Establecer convenios y proyectos con la comunidad internacional y tratar de complementar por dichos medios, los recursos financieros internos

ESTRATEGIA INTERSECTORIAL

- 1) Coordinación entre las instancias de la administración pública federal para que se cumplan las estrategias

Ref.7

CUADRO IV.14 ESTRATEGIAS : P I C C A Z M C M 1990

A) INDUSTRIA PETROLERA:

- Elaboración de diesel y combustóleo con bajo contenido de azufre.
- Elaboración de gasolina oxigenada TAME y MTBE.
- Suministro de gasolina sin plomo para los vehículos 1991 y con convertidor catalítico.
- Instalación de membranas flotantes en los tanques de almacenamiento de combustibles.
- Instalación de equipos para la recuperación de vapores en terminales de recibo, distribución de combustibles y gasolinerías.

B) TRANSPORTE :

- Instalación inmediata de convertidores catalíticos en todos los vehículos a gasolina, modelo 1991.
- Ampliación del metro
- Renovación de R-100 con 3,500 unidades de baja emisión de contaminantes.
- Reordenación y ampliación del sistema de transporte eléctrico.
- Mejoramiento de vialidades, semaforización, estacionamientos y coordinación de modos de transporte.
- Autorización de rutas de autobuses para reducir el uso de vehículos privados y estimular el transporte institucional, de escolares y empleados.
- Continuación del Programa Hoy no Circula
- Ampliación del Programa de Verificación Obligatoria de Vehículos a gasolina, diesel y gas LP.
- Reconversión de flotillas de camiones de carga de gasolina a gas LP, incorporando convertidores catalíticos.
- Introducción de convertidores catalíticos en nuevas combis y microbuses.

C) INDUSTRIA PRIVADA Y ESTABLECIMIENTOS DE SERVICIO :

- Cambio de combustóleo por gas natural en industrias.
- Convenios con la industria para control de emisiones.
- Prohibición de nuevas industrias contaminantes.
- Racionalización del abasto de materiales y bienes en la ciudad.
- Control de emisiones y reubicación de fundidoras.
- Realización de monitoreo continuo en las industrias más contaminantes.
- Mejoramiento de procesos de combustión e instalación de equipos de control en establecimientos de servicios (baños públicos y balnearios, panificadoras, lavanderías y planchadoras, restaurantes, hoteles y hospitales, etc).
- Evaluación, supervisión y capacitación técnica.

D) TERMoeLECTRICAS :

- Utilización de gas natural en las termoeléctricas hasta contar con combustóleo de bajo contenido de azufre.
- Suspensión invernal en la operación de unidades de generación.
- Instalación de monitores continuos de emisiones.

E) REFORESTACION Y RESTAURACION ECOLOGICA :

- Programa de reforestación urbana.
- Reforestación del Valle de México y su área de influencia ecológica.

F) INVESTIGACION, EDUCACION ECOLOGICA Y COMUNICACION SOCIAL :

- Programa de pruebas de dispositivos anticontaminantes y combustibles alternos en vehículos automotores.
- Instalación de laboratorios de control de calidad de combustibles.
- Ampliación y reforzamiento de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA).
- Desarrollo del "Estudio Global de la Calidad del Aire" (EGCA)
- Instrumentación del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de la ZMCM.
- Relación permanente con Universidades y Centros de investigación.
- Capacitación de maestros y formación de niños.
- Programas de formación profesional y capacitación.

En el caso de los recursos naturales, el PNPMA considera como "vertiente obligatoria" crear programas de recuperación de suelos, de reforestación y propagación de especies vegetales, de control de incendios y de repoblación de especies de la fauna silvestre en las áreas naturales protegidas; además considera como una acción, también de carácter obligatorio, ampliar las áreas naturales protegidas, consolidar las ya existentes y llevar a cabo programas de restauración ecológica en las áreas deterioradas. Por otro lado, enfatiza la importancia de las acciones que tienen que ver con la coordinación entre los distintos niveles de gobierno para el mejor manejo y uso de los recursos naturales y declara como una de las principales acciones, el de la educación ambiental dirigida a todas las organizaciones sociales urbanas y rurales (ref.7).

Se consideran acciones de carácter obligatorio en lo relacionado con el agua, ampliar los programas de inspección y vigilancia de las fuentes potenciales de contaminación, establecer normas para las descargas de aguas residuales, fortalecer la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua y llevar a cabo programas de capacitación en materia de prevención y control de la contaminación del agua; además de las anteriores el PNPMA considera como una acción importante la rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas y el desarrollo de mejores sistemas de operación y financiamiento para las mismas. El gobierno, a través de este programa, propone también como mecanismos de acción llevar a cabo convenios con la industria y representantes de los distintos sectores para la ejecución de obras y utilización de dispositivos de control de contaminación de aguas (ref.7).

En el caso del aire, las acciones de carácter obligatorio son las siguientes: creación del "inventario nacional de fuentes contaminantes y de alto riesgo" en el país, ahorro de combustible, creación y aplicación de normas técnicas ecológicas para el caso de los combustibles que se producen y distribuyen en el país, vigilancia de la calidad del aire mediante el monitoreo de las fuentes de emisión, el empleo de pronósticos meteorológicos, de modelos de dispersión y de análisis químicos de la atmósfera, ampliación de la Red de Monitoreo Atmosférico en el país, actualización del marco normativo vigente, diseño de planes de contingencia y emergencia ambientales, instalación de dispositivos reductores de emisiones en centrales termoeléctricas, convenios con PEMEX y con CFE para la implantación de nuevos programas de mejoramiento de los procesos de combustión y convenios con industrias y empresas para que instalen el equipo anticontaminante correspondiente (ref.7).

Para los desechos y residuos sólidos, se considera de vital importancia disponer de sitios seguros para los tiraderos de residuos industriales, reducir la generación de los residuos industriales en procesos nuevos con "tecnologías limpias" y renovar el inventario de residuos industriales; de la misma manera se considera como

acción a seguir la instalación, en los corredores y ciudades industriales, de plantas de reciclaje, tratamiento físico, químico o biológico y de incineración (ref.7).

Para todo lo anterior se proponen en este programa las acciones que tienen que ver con el financiamiento, a saber, llevar a cabo convenios con organismos financieros.

En el plano legislativo se llevarán a cabo acciones para promover la expedición de los ordenamientos jurídicos en materia ambiental en los gobiernos estatales y se formulará y expedirá el "Reglamento de ordenamiento ecológico para el desarrollo de las actividades productivas".

4.7 SOCIEDAD Y MOVIMIENTOS ECOLOGISTAS

Con todo y que a finales de la década de los 60's el deterioro ambiental se planteaba ya como un problema político de dimensiones nacionales e internacionales en muchos países del mundo desarrollado, en México no fué hasta finales de la década de los 80's que la problemática ambiental se convirtió en uno de los temas prioritarios de la discusión pública y de la agenda política nacional, el despliegue de los movimientos ecologistas en México en los últimos diez años ha contribuído a que no sólo el gobierno, también otros sectores de la sociedad, den la importancia que se merece a los asuntos de índole ecológico.

Actualmente en México hay cuando menos 290 grupos ecologistas, movimientos del interior del país que han surgido casi todos debido a problemas ambientales muy concretos, tal es el caso de la lucha contra el proyecto de la planta nucleoelectrica "Laguna Verde" en Veracruz o el de la contaminación radioactiva, las maquiladoras y el contrabando de madera en Chihuahua.

Las descargas de los desechos industriales al suelo, agua y aire, la contaminación en el sureste por parte de PEMEX, la infición en la Ciudad de México y muchos otros ejemplos han sido los elementos detonadores de una actividad social y política que busca rehabilitar, conservar y aprovechar de mejor manera los recursos naturales.

Entre los grupos ecologistas del país más importantes se debe mencionar al Movimiento Ecologista Mexicano (MEM), este movimiento se autodefine como una organización de la sociedad civil que defiende el entorno, principalmente, de los industriales y del Estado; las propuestas y protestas del MEM, toda su actividad, se dirige a provocar cambios de decisiones en el gobierno y cambios de conducta en los grupos industriales; en los últimos 8 años el MEM ha influído para la clausura de 20 industrias en la Ciudad de México. Para clausurar una industria el MEM informa a los

vecinos de los alrededores que se ven afectados y los organiza para lograr que la planta industrial sea cerrada, el MEM se autodefine también como un grupo organizador de organizaciones ecologistas, es finalmente la organización de vecinos afectados, la que logra la clausura de la planta que contamina.

Por otro lado existe el conocido "Grupo de los cien", que ha manifestado sus dudas respecto a los mecanismos que emplea el gobierno en materia de contaminación industrial y que se ha preocupado por denunciar las incongruencias gubernamentales en cuanto a normatividad y límites máximos permisibles que se aplican a la industria.

Los grupos ecologistas del país están formados por amas de casa, intelectuales, artistas, trabajadores de toda índole, comunicadores, gente de profesiones y de ideologías muy diversas.

Tanta importancia ha llegado a tener en México el tema de los problemas ambientales que en las pasadas elecciones se presentó un partido político ecologista, el Partido Ecologista Mexicano (PEM); sin embargo los movimientos ecologistas del país, y ya no se diga el PEM, han sido multicriticados por la falta de comunicación y de objetivos comunes entre ellos y por sus estructuras organizativas que no dan paso a un verdadero movimiento, a un grupo fuerte que sea capaz de influir definitivamente en las decisiones de la política gubernamental del ambiente del país.

El gobierno, por su parte, en el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 afirma que apoyará y promoverá los "consejos ecológicos de participación ciudadana" que servirán para arraigar hábitos y prácticas de protección al entorno y de ahorro de recursos en la población y afirma también que se perfeccionarán los mecanismos de denuncia popular en materia ecológica (refs.7 y 20).

4.8 EDUCACION Y CAPACITACION

Mientras que el término "educación ambiental" y el interés por incorporarlo al currículum escolar es nuevo en nuestro país, en otros países desde finales de la década de los años sesenta se llevan a cabo iniciativas y proyectos en ésta area. En el sistema educativo mexicano el interés por la educación ambiental es una preocupación reciente, en febrero de 1986 a través del Diario Oficial se dió a conocer el acuerdo presidencial que asigna a la Secretaría de Educación Pública la responsabilidad de adoptar las medidas necesarias para iniciar una pedagogía ecológica a nivel nacional.

Los nuevos textos del nivel básico de los sistemas formales de enseñanza mexicanos ya incluyen el tema ambiental, sin embargo los contenidos son aún muy pobres, el PNPMA reconoce que se deben reforzar y afirma que en el "corto plazo" se

tendrá diseñado el "programa de educación ambiental" que atenderá las necesidades curriculares desde las etapas básicas hasta las superiores, incluyendo las acciones de capacitación y educación para adultos.

Es evidente que México necesita profesionistas y técnicos capacitados en las disciplinas llamadas ambientales (ingeniería ambiental, ecología, economía ambiental, derecho ecológico, desarrollo y planificación urbana y rural, manejo de sistemas ambientales, salud pública, etc.), sin ese nuevo capital humano será imposible entender y atender la compleja dinámica de los problemas de contaminación y deterioro ambiental; en México existe una insuficiente estructura científica y de desarrollo tecnológico asociada al campo de la protección del ambiente, el desarrollo de la industria nacional, destinada a la producción de equipos para el control de la contaminación y el monitoreo, es mínimo; se depende en gran medida de tecnología extranjera, lo que eleva el costo de los equipos y sistemas existentes en el mercado limitando su aplicación inmediata.

El PNPMA, entre sus estrategias a seguir, plantea la de generar convenios con las instituciones de investigación, de ciencia y tecnología del país y con las instituciones de educación superior en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con el fin de instrumentar programas de cobertura nacional para el desarrollo y difusión de elementos tecnológicos y para diseñar programas de capacitación y asistencia técnica a dependencias del sector público, gobiernos estatales y municipales, empresas privadas y organismos sociales (ref.7).

Con todo y las buenas intenciones del PNPMA, el país no ha dado el impulso necesario a una política de investigación científica y tecnológica y no ha conformado un proceso de formación profesional y capacitación técnica que es lo que resulta indispensable para la conducción de las políticas ambientales, desde la toma de decisiones de alto nivel, hasta los diversos niveles de desarrollo, evaluación y ejecución de proyectos.

Puede afirmarse también, que la comunidad científica no ha organizado una labor sistemática de investigación y análisis de los problemas ambientales, ni ha participado organizadamente en el diseño de soluciones que de alguna manera influyan en la política ecológica del país.

4.9 COOPERACION INTERNACIONAL Y RECURSOS FINANCIEROS

A pesar de las severas restricciones financieras internacionales, México cuenta con la ayuda económica del Banco Mundial, del Banco Interamericano de Desarrollo, del Eximbank de Japón y de la Agencia de Cooperación Económica a Ultramar para poder cubrir los gastos que se derivan de los programas y planes para el ambiente del país, así por ejemplo se calcula que el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la ZMCM (PICCA) tendrá un costo directo total de 2mil 520 millones de dólares, el 42% será cubierto por crédito externo y el resto por recursos nacionales.

Actualmente, el gobierno destina 4 mil millones de dólares anuales para combatir la contaminación en el Distrito Federal, puede compararse esa cantidad con los que la ONU recomienda que debe gastar un país en vías de desarrollo para proyectos anticontaminantes: 125 mil millones de dólares anuales mínimo.

Además de lo anterior, Nacional Financiera (NAFIN) otorgó supuestamente 600 mil millones de pesos en créditos para que la industria adquiriera el equipo y los sistemas anticontaminantes necesarios.

Para los problemas financieros en el caso del agua, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) concedió un crédito de 200 mil millones de dólares para mejorar y expandir el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en México.

El 50% del presupuesto con que cuenta la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México proviene no solamente del Banco Mundial, sino también del gobierno japonés.

Es importante mencionar que México se ha suscrito a convenios de cooperación en materia ecológica y ambiental con 56 países y se espera que mediante los convenios y proyectos establecidos se pueda lograr un intercambio internacional de experiencia, información, capacitación y de actualización de personal técnico (refs.7, 21 y 22).

CUADRO IV. 15 CIFRAS ELOCUENTES

Extensión aproximada del territorio mexicano: 2 millones de kilómetros cuadrados
 Población Total en México (censo 1990): 81,140,922
 Población Total en el D.F. (censo 1990) : 8,236,960
 Población Total en la ZMCM : aproximadamente 15,000,000
 Número de establecimientos industriales en todo el país (censo 1985): 137,216
 Número de establecimientos industriales en el D.F. que se estiman actualmente: 27,000
 Índice de deforestación en México: 500,000 hectáreas al año
 Número de especies de fauna que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción: 342
 Número de especies de plantas superiores amenazadas o en peligro de extinción: 582
 Porcentaje de la superficie total del país que equivale a áreas naturales protegidas: 7%
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por el país: 184
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por el país provenientes de descargas municipales: 105
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por el país provenientes de descargas industriales: 79
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por la ZMCM :46
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por Monterrey: 8.5
 Metros cúbicos por segundo de aguas residuales generadas por Guadalajara: 8.2
 Porcentaje con el que contribuyen al total de las aguas residuales generadas por el país la ZMCM, Monterrey y Guadalajara: 34%
 Porcentaje de las aguas residuales municipales que son tratadas en el país: 15.7%
 Porcentaje de las aguas residuales industriales que son tratadas en el país: 15.5%
 Número de vehículos registrados en el país en 1940: 149,000
 Número de vehículos registrados en el país en 1989: 8 millones
 Número de vehículos registrados en el D.F. en 1990: 3 millones
 Emisión de contaminantes al aire en la ZMCM: casi 5 millones de toneladas anuales
 Emisión de contaminantes al aire provenientes de la industria al aire en la ZMCM: 570 mil toneladas anuales
 Emisión de contaminantes al aire provenientes de las fuentes móviles en la ZMCM: 4 millones de toneladas anuales
 Producción total de desechos sólidos municipales en el país: 52 mil toneladas
 Producción total de residuos industriales en el país: 370 mil toneladas
 Porcentaje que se recolecta del total de la basura urbana en el país: 75%
 Número de toneladas de basura urbana en el país que quedan dispersas diariamente: 13 mil
 Número de toneladas de residuos del país que se disponen adecuadamente en rellenos sanitarios controlados: 16 mil
 Número de toneladas de residuos del país que son tirados a cielo abierto: 23 mil
 Número de toneladas de residuos industriales del país que corresponden a materiales de características peligrosas: 13 mil
 Número de toneladas de basura que produce diariamente la ZMCM: aprox. 27 mil
 Número de toneladas de residuos industriales peligrosos que se producen diariamente en la ZMCM: 2,500

REFERENCIAS

- 1 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; *XI Censo general de población y vivienda, 1990*, INEGI, México 1990.
- 2 Espinosa, María de Jesús; *Industrias en la zona metropolitana de la Ciudad de México*, periódico La Jornada, México 8 de abril de 1992.
- 3 Carrasco, Lilea R., Hernández, P.F.; *La contaminación en cifras*, periódico La Jornada, México 6 de abril de 1992.
- 4 Pérez, Tamayo Ruy; *¿Para qué sirve el programa Hoy no circula?/III*, periódico La Jornada, México 4 de mayo de 1992.
- 5 Leyes y códigos de México; *Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente*, 4ª edición, Ed. Porrúa, México 1991.
- 6 Secretaría de Desarrollo Social; *Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente 1992*, Diario Oficial de la Federación, México 17 de julio de 1992.
- 7 Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Centro de información documental; *Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994*, México 5 de junio de 1989.
- 8) Departamento del Distrito Federal; *Programa integral contra la contaminación atmosférica de la zona metropolitana de la Ciudad de México*, México octubre de 1990.
- 9 Instituto Autónomo de Investigaciones Ecológicas (INAINE); *Ecológicas* boletín trimestral, Vol. 2, Num. 15, México septiembre/octubre 1991.
- 10 United States General Accounting Office (USGAO); *U.S.-México trade: Information on environmental regulations and enforcement*, United States, Washington, D.C., National Security and International Affairs Division, GAO/NSIAD-91-227, May 1991.
- 11 Secretaría de Desarrollo Social, Comisión Metropolitana para la prevención y control de la contaminación ambiental en el valle de México; *Programa de verificación industrial en el valle de México 1992-1993*, periódico La Jornada, México 2 de julio de 1992.
- 12 Consejo nacional de la industria maquiladora; *Plantas maquiladoras en México*, periódico La Jornada, México 12 de agosto de 1991.
- 13 Quadri, de la Torre Gabriel, *El agua en la zona metropolitana de la ciudad de México*, periódico El Nacional, México 23 de mayo de 1992.

- 14 Carrasco, Licea R., Hernández P.F.; *El problema del agua*, periódico La Jornada, México 13 de abril de 1992.
- 15 Legorreta, Jorge y Flores; *La contaminación del aire en el Valle de México*, suplemento La Jornada Ecológica del periódico La Jornada, México 28 de noviembre de 1991.
- 16 Centro de Ecodesarrollo: centro de investigación autónomo dirigido por el investigador Iván Restrepo.
- 17 Restrepo, Iván, Bernache G. y Rathje; *Los demonios del consumo*, ed. Centro de Ecodesarrollo, México 1990.
- 18 Quadri, de la Torre Gabriel, *La basura como problema económico*, periódico El Nacional, México 9 de mayo de 1992.
- 19 Urrutia, Alonso; *Veinticinco industrias emplazadas a salir del D.F.*, periódico La Jornada, México 27 de noviembre de 1991.
- 20 Instituto Autónomo de Investigaciones Ecológicas A.C. (INAINE); *Ecológicas*, boletín bimestral, Vol.2, Núm. 13, México mayo/junio 1991.
- 21 Restrepo, Iván; Banco Mundial y medio ambiente, periódico La Jornada, México 25 de mayo de 1992.
- 22 Gallegos, Elena; *Fondos para limpiar el aire de la ciudad de México*, periódico La Jornada, México 14 de junio de 1992.
- 23 Caselli, Maurizio; *La contaminación atmosférica*, 1era. edición, Siglo veintiuno editores, México 1992.

CAPITULO V

Objetivo

Ilustrar el caso de una industria contaminante en México, sus manejos y actuaciones de control de contaminación y costos y la intervención de la legislación en un asunto de contaminación industrial específico; investigar el costo de la exigencia ecológica en éste caso particular.

5.1 INTRODUCCION

Para ilustrar el caso de una industria contaminante, sus manejos y actuaciones de control de contaminación y costos y la intervención del gobierno en un asunto de contaminación industrial específico, se escogió una industria textil.

En México, existen 15,794 unidades censadas de industria textil, éstas representan el 11.5% del total de las industrias del país que son 137,216.

En el D.F. existen, como ya se mencionó en el capítulo anterior, 25,713 industrias, de las cuales 3550 son de la Industria textil y del vestido, es decir, del total de las industrias que se encuentran en el D.F., el 13.8% son textiles. Así es como el 21.45% de las industrias textiles del país se encuentran ubicadas en el D.F., lo que de nuevo demuestra la concentración industrial que sufre el Distrito Federal (ref. 1).

La industria textil es una de las más antiguas de México y se ha caracterizado por su generación de empleo y su participación al producto interno bruto (PIB); en el último censo que el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) hizo a la industria textil (1988) se encontró que la participación de la industria textil al PIB nacional es del 2.5% y que su participación al empleo nacional es del 1.8% (ref.2).

La actividad textil es una de las más dinámicas en cuanto a contratación de mano de obra, esto ha influido enormemente para que las industrias textiles y del vestido se ubiquen en los países subdesarrollados o de bajos recursos económicos, como es México, que poseen mano de obra barata.

En las últimas décadas, la industria textil sufrió varios cambios de tecnología, uno de los cambios más importantes fue la utilización de las fibras sintéticas, lo que generó modificaciones tecnológicas en el proceso y acabado de los productos textiles,

se crearon nuevas máquinas de hilados y tejidos, y se emplean la microelectrónica y los adelantos científicos de la química y la petroquímica para la fabricación de textiles hechos a base de nuevas fibras y productos sintéticos y nuevas tinturas y colorantes.

La industria textil es una industria altamente contaminante; a lo largo del proceso de fabricación de una prenda de vestir y desde la elaboración de los hilos para las fibras, se utilizan muchas sustancias químicas necesarias para dar a la tela características de resistencia, suavidad, color, etc., estas sustancias químicas se emiten a la atmósfera y se incorporan a las aguas residuales.

En los efluentes líquidos de una industria textil se pueden encontrar álcalis, residuos químicos, colorantes, temperaturas elevadas, grasas o residuos oleosos, residuos químicos orgánicos, sólidos, materiales tóxicos y hasta cromo; a la atmósfera se emiten compuestos orgánicos, amoníaco e hidrocarburos volátiles entre otros.

Así es como durante el proceso de conversión de fibras a hilo y/o tela acabada, se requiere de una gran variedad de productos químicos tales como resinas, derivados celulósicos solubles, álcalis, ácidos, colorantes de diferentes características, lubricantes, suavizantes, dispersantes, emulsificantes, etc.; los cuales eliminan de las fibras las impurezas naturales que éstas traen, así como también le dan las características necesarias para su fácil manejo durante el proceso de elaboración.

Por otro lado, el ruido que producen las máquinas de hilados y tejidos tiene una intensidad que sobrepasa los límites aceptados por las normas, ésta es otra de las aportaciones contaminantes de la industria textil al ambiente (ref.3).

La planta textil que en este capítulo se analizará fabrica fibras sintéticas a partir de hilo (nylon, lycra, algodón); las telas producidas se tiñen y estampan para luego ser vendidas a la industria del vestido que se encarga finalmente de la confección de las prendas.

Esta planta, que tiene un personal total de 531 empleados, es una industria privada de carácter filial que se encuentra ubicada al norte del Distrito Federal; este capítulo describirá su proceso industrial, sus problemas de contaminación, los ordenamientos legales y las normas aplicables, las soluciones ingenieriles de control de contaminación y finalmente los costos que dichas exigencias ecológicas significan.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL CONTAMINANTE

5.2.1 Productos que fabrica

Los principales productos que se fabrican en esta industria son las siguientes fibras:

- Spandex-Nylon
- Nylon
- Spandex-Algodón

Las fibras anteriores se elaboran con las siguientes materias primas:

- Nylon- Poliamida
- Algodón- Algodón
- Spandex- Poliuretano

El estado físico de las materias primas es sólido y su almacenamiento es en bobinas dentro de cajas de cartón.

Los hilos de nylon, spandex (también conocida por su nombre comercial "lycra") y algodón se combinan como se indica en los incisos anteriores. Debe quedar claro que las composiciones de una misma combinación pueden variar para conseguir un tipo de tela diferente, más elástica o menos elástica, más o menos resistente, etc; así por ejemplo pueden hacerse fibras spandex-nylon de diferentes composiciones y éstas resultar distintas. Finalmente estas fibras se colorean o estampan.

Del total de la producción, actualmente se exporta el 20% y se espera que para 1995 se exporte ya el 30%. El 80% restante se vende en el país a las industrias del vestido.

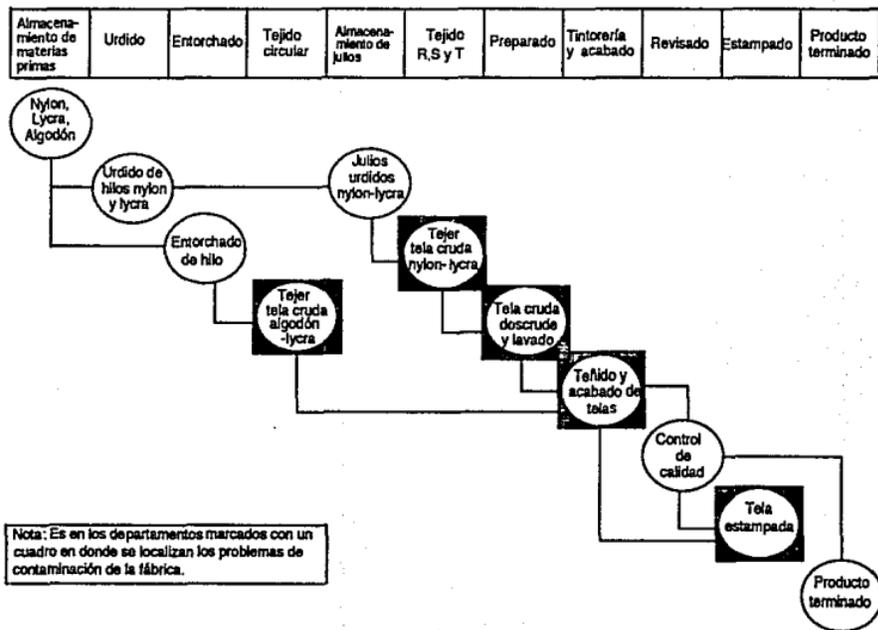
5.2.2 Descripción del proceso y capacidad de producción

Descripción del proceso

a) Almacén de materias primas. En el almacén de materias primas se reciben los materiales (nylon, lycra, algodón) en forma de carretes de hilo para clasificarse, almacenarse y distribuirse a los departamentos de producción. Las sustancias químicas, pigmentos y tinturas se reciben directamente en los laboratorios de los departamentos de preparado, tintorería y acabado y departamento de estampado (figura V.1).

b) Departamento de urdido. Los carretes de los hilos de nylon y de lycra se entregan al departamento de urdido en el que el hilo se embobina en los carretes de gran diámetro o filetas de las máquinas urdidoras; el urdido en estas máquinas consiste en agrupar un cierto número de hilos para enrollarse en un julio (carrete) en forma uniforme, en esta

FIGURA V.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INDUSTRIA TEXTIL



fase se controla la tensión del hilo por medio de máquinas computarizadas. Todos los julios contienen el mismo número de metros.

Los julios con el hilo urdido son etiquetados y trasladados al almacén de julios dentro del departamento de tejido.

Se debe tomar en cuenta que el hilo que se utiliza para la fabricación de la tela ha sido tratado con sustancias químicas para lograr que éste proporcione ciertas características al tejido.

c) Departamento de entorchado. Por otro lado, para la fabricación de la tela algodón-lycra es necesario "entorchar" el hilo, es decir, torcerlo; de esta manera se prepara para la formación de una tela resistente.

d) Departamento de tejido. Por medio de esta operación se convierten los hilos a tela, esto se efectúa en fase seca. En las máquinas de tejer se inicia el enhebrado del hilo urdido para obtener los rollos de tela cruda nylon-lycra y de nylon. Por otro lado el material que se recibe en el departamento de máquinas de tejer circulares de gran diámetro, es montado en sus filetas (carretes de grandes dimensiones) para tejer y producir los rollos de tela algodón-lycra.

Los telares se han ido perfeccionando hasta llegar a la automatización completa, de todas maneras el ruido que producen es elevado aún cuando se cuenta con resortes antivibratorios en cada una de las máquinas.

e) Departamento de preparado. En el departamento de preparado se lleva a cabo el descruce. La tela cruda nylon-lycra y nylon se "descruce", esto consiste en la eliminación de las impurezas naturales de la tela empleando cantidades considerables de agua, sosa cáustica, agua oxigenada y detergentes que eliminan impurezas tales como ceras, pectinas, grasas y aceites.

Una vez que las telas han sido "preparadas" se secan para ser enviadas al departamento de tintorería y acabado. La operación de secado es sumamente contaminante a la atmósfera debido a todas las sustancias químicas que se evaporan de la tela.

f) Departamento de tintorería y acabado. En el departamento de tintorería y acabado se lleva a cabo el blanqueo de las telas de algodón-lycra, el prefijado de las telas nylon-lycra y además el teñido de todas las telas (las que sólo son de nylon y las de nylon-lycra). El blanqueo se lleva a cabo por medio de diversos oxidantes, generalmente hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, con los cuales se enjuaga la tela a altas temperaturas

En las máquinas de acabado denominadas "ramas" se realiza el prefijado de la tela compuesta por nylon-lycra, el prefijado consiste en hacer pasar la tela por una cámara térmica donde se desprenden los aceites vegetales adheridos a la tela, éstos se descomponen durante el proceso, emitiendo humos al ambiente. En estos equipos se dá el acabado a las telas y se determinan las características finales de ancho, peso, estabilidad, elongación, suavidad y brillantéz.

Para el teñido de las telas se utilizan diversos colorantes, como por ejemplo los azufrados y el negro de ericromo y anilina. El consumo tanto de reactivos, como de agua es muy elevado a pesar de que en los nuevos equipos se han disminuído las cantidades de agua ; los excesivos volúmenes de residuos coloreados, elevadas temperaturas, pH's muy variados y la gran cantidad de material particulado, siguen siendo el punto crítico de la contaminación provocada por el sector textil.

Entre las etapas de blanqueo, prefijado y teñido se llevan a cabo enjuagues, tanto en caliente como en frío (cuadro V.2).

El lavado de las telas, su secado, teñido, prefijado y fijado de color y humectación se lleva a cabo en este departamento. Las pinturas contienen fijadores, y otras sustancias que resultan ser contaminantes al aire a la hora del secado y al agua cuando se lavan. El proceso termina con la operación de secado y planchado, donde se vaporiza el agua que permanece en la tela.

g) Departamento de revisado. En este departamento se lleva a cabo una revisión y clasificación de las telas, se puede decir que es éste, el departamento de control de calidad. Todos los rollos de tela acabada se montan en máquinas revisadoras para inspeccionar su calidad, una vez hecho esto, las telas nylon-lycra se envían al departamento de estampado para la aplicación de los diseños.

h) Departamento de estampado. El estampado de las telas se lleva a cabo en máquinas automáticas de marcos para serigrafía en donde se utilizan pigmentos de gran variedad, dependiendo de la tela y su composición. Los requerimientos de agua en el departamento de estampado son menores si los comparamos con los requerimientos de los procesos de preparado, tintorería y acabado; aún así, el departamento de estampado aporta aguas residuales provenientes de la limpieza de las bandas y marcos de las máquinas automáticas. Por otro lado, debido a los pigmentos que se utilizan para estampar la tela, se evaporan disolventes a la atmósfera (extractos minerales y agua); la mayoría de las emisiones a la atmósfera se originan durante el secado de la tela estampada. Los contaminantes de interés en el estampado son los compuestos orgánicos volátiles (COV) que forman parte de los disolventes en pinturas y tintas.

i) Departamento de productos terminados. Los rollos de tela terminada son empaquetados, etiquetados y pesados para ser entregados al almacén de productos terminados y distribuirse a clientes (refs. 3, 4 y 5). El diagrama de flujo se muestra en la figura V.1.

Capacidad de producción

La producción total mensual de esta industria es de 300 toneladas de tela mensual.

De tela Spandex-Nylon se producen 228 toneladas mensuales.

De tela de nylon se producen 12 toneladas mensuales.

De tela Spandex-Algodón se producen 60 toneladas mensuales.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN Y SU INTENSIDAD

En los departamentos de tejido, preparado, acabado, tintorería y estampado es en donde se localizan los problemas de emisión de contaminantes.

En el departamento de tejido, la contaminación se debe al ruido; los niveles de ruido que producen las máquinas de hilados y tejidos tienen una intensidad promedio de 85 decibeles, cifra que sobrepasa los límites de los niveles permitidos por las normas.

Los problemas de contaminación a la atmósfera se producen básicamente en los departamentos de preparado, acabado, tintorería y estampado; la tela se hace pasar por una cámara térmica para su secado y en esta operación se desprenden los aceites vegetales y sustancias químicas con las que el hilo fue tratado y que al descomponerse emiten humos.

En las etapas de estampado, en los hornos de secado de marcos, se producen humos y vapores durante su operación. Por otro lado, la planta cuenta con un total de tres calderas y cuatro calentadores de aceite que utilizan diesel y combustóleo y que, como equipo de combustión, produce gases de desfogeo.

En los departamentos antes mencionados, se generan aguas residuales contaminadas, esto se debe a la gran cantidad de sustancias que se utilizan para el preparado y acabado de la tela, entre las cuales se pueden mencionar la sosa cáustica, el hipoclorito de sodio, el amoníaco, el hidrosulfito, acetona, el dietilenglicol, el ácido acético, el sulfato de sodio, carbonato de sodio y bicromato de sodio, silicato de sodio, los detergentes, además de los pigmentos y colorantes como es el negro de ericromo y otros; es así como las elevadas temperaturas, la gran cantidad de sustancias químicas que se utilizan y los elevados volúmenes de aguas que se requieren producen aguas residuales con elevados índices de contaminación (cuadro V.2).

Por otro lado, respecto a los residuos sólidos, se pueden mencionar los lodos provenientes de las aguas residuales del proceso que resultan una vez que se les ha dado tratamiento.

5.3.1 Emisiones de ruido

La planta que se estudia en el presente trabajo, como ya se mencionó, contamina el ambiente que le rodea debido al ruido que producen sus máquinas tejedoras. Al seguir los procedimientos que marca la norma NOM-AA-43 "Determinación del nivel sonoro emitido por fuentes fijas", se encontró que los niveles de ruido son elevados (entre 80 y 90 dB) y que rebasan los niveles máximos permitidos de emisión de ruido establecidos por el "reglamento de protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido" y que son de entre 65 y 68 dB, medido en los linderos de la planta (ref. 6).

5.3.2 Emisiones a la atmósfera

Al llevar a cabo las evaluaciones de emisiones a la atmósfera por las chimeneas de los equipos de combustión (calderas y calentadores de aceite) que utilizan diesel y combustóleo, se encontró que al evaluar los parámetros (exigidos por las normas oficiales mexicanas 9, 10, 35, 54 y 55) de material particulado, CO, CO₂, O₂, SO₂ y NO_x, se sobrepasan los límites máximos permisibles en los siguientes:

- Material particulado: En 2 de las 3 calderas y en 3 de los 4 calentadores de aceite.
- Monóxido de carbono: En una de las 3 calderas y en ninguno de los calentadores de aceite.
- Dióxido de azufre: Sólo en uno de los calentadores.

Una evaluación de la emisión de contaminantes en las chimeneas de los ramales del área de acabado, muestra que la industria contamina a la atmósfera con lo siguiente:

Material particulado:

- Ftalatos. En particular dioctilftalato (DOP) producto del aceite que contienen las telas; este compuesto presenta características de toxicidad importantes debido a que produce irritación en la piel y en las mucosas, produce afecciones en el sistema respiratorio y está catalogado como un compuesto cancerígeno (ref. 7).

Compuestos orgánicos volátiles:

- Hidrocarburos volátiles

Las evaluaciones realizadas se llevaron a cabo siguiendo las técnicas aceptadas por las normas oficiales mexicanas (NOM's) y normas internacionales que son las siguientes (refs. 8 y 9):

-NOM-AA-09-1973: "Determinación del flujo de gases en un conducto por medio del tubo pitot."

-NOM-AA-10-1974: "Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que se descargan por un conducto".

-NIOSH (national institute for occupational safety and health) método S-40(HSM 99-71 31): "Determinación de emisión de ftalatos como DOP total": Muestreo en chimenea con equipo semiautomático de monitoreo y posterior análisis en laboratorio por cromatografía de gases empleando un detector de ionización de flama.

-NIOSH , (HSM 99-72-98): "Determinación de hidrocarburos volátiles totales": Inducción de gas seco en una bolsa metalizada para toma de muestra en un cartucho de carbón activado y posterior análisis por cromatografía de gases.

En los cuadros V.3 y V.4 se muestran los resultados de los flujos, temperaturas, concentraciones y emisiones contaminantes en las chimeneas de las ramas del area de tintorería y acabado.

Con respecto al area de estampado, las evaluaciones hechas en los equipos (horno de secado de marcos , máquinas de estampado), no sobrepasaron los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes que rigen las normas mexicanas.

5.3.3 Emisión contaminante en las aguas

Los resultados analíticos de las aguas residuales se muestran en el cuadro V.5, los análisis fueron hechos por los laboratorios LANFI (Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial).

Los métodos de análisis siguen las normas oficiales mexicanas (NOM's) correspondientes y la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-014/88 (ref. 10), sus condiciones particulares de descarga (SEDESOL) y los lineamientos del reglamento para la prevención y control de la contaminación del agua (SSA-SARH 1973).

CUADRO V.3 CONDICIONES DE OPERACION

RAMA	1	2	2	3	4
CHIMENEA	1	2.a	2.b	3	4
TEMPERATURA (C)	120	170	170	150	150
ESTADO FISICO	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas
FLUJO (m3/min)	300	170	170	230	230
FLUJO normal(m3/min)	175.08	88.02	88.02	124.71	124.71

TABLA V.4 CONCENTRACIONES Y EMISIONES

RAMA		1	2	2	3	4
CHIMENEA		1	2.a	2.b	3	4
DIOCTILFTALATO	C	1.2	0.28	0.28	0.48	0.12
	E	13.6	1.47	1.47	3.59	1.12
HIDROCARBUROS VOLATILES TOTALES	C	0.18	0.22	0.22	0.48	0.36
	E	1.89	1.618	1.618	2.694	3.591

C=Concentración a condiciones normales (g/m3)

E=Emisión (Kg/hr)

TABLA V.5 RESULTADO DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS
DE AGUAS RESIDUALES

DETERMINACION	TINTORERIA	DESCARGA GENERAL	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO
pH	9.22	6.74	6-9	Potenciométrico
Sólidos suspendidos (mg/l)	39	336	50	Gravimétrico
Temperatura °C	Min. 30 Prom. 38.2 Máx. 50	Min. 30 Prom. 38.8 Máx. 50	35	-----
Sólidos sedimentables(ml/l)	0.2	0.5	1	Imhoff
Sólidos disueltos (mg/l)	1139	814	-----	Gravimétrico
Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/l)	233	289	100	Incubación por diluciones
Fenoles (mg/l)	0.047	0.018	1	Colorimétrico
Grasas y aceites (mg/l)	21.6	577.8	70	Soxhlet
Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	0.095	0.965	3	Colorimétrico
Cromo total (mg/l)	12.6	5	1	Espectroscopía absorción atómica
Cobre (mg/l)	0.019	0.025	1	Espectroscopía absorción atómica
Coliformes	24000 NPM/ 100 ml	30000 NPM/ 100 ml	20000 NPM/100 ml	Pruebas bacteriológicas

5.3.4 Desechos resultantes del proceso

Se puede decir que la planta textil en cuestión no desecha sólidos, excepto por los lodos y aceites que resultan del equipo anticontaminante para aire y la planta de tratamiento de aguas que actualmente se encuentran en construcción.

En todo caso, por lo pronto, los residuos sólidos y líquidos se van a las aguas residuales que se incorporan directamente a los cuerpos de agua municipales de la zona (un río); de igual forma las chimeneas emiten sus humos y contaminantes a la atmósfera mientras el equipo de control se construye.

5.4 ORDENAMIENTOS LEGALES Y NORMAS APLICABLES

5.4.1 Ruido

Aún cuando las normas oficiales mexicanas para ruido proporcionan una clasificación de ruidos, la manera como se debe determinar el nivel sonoro emitido por fuentes fijas y los métodos para determinar los niveles de ruido ambiental, no existen las normas técnicas ecológicas que son las que, en todo caso, proporcionan los niveles máximos permitidos.

Los niveles máximos permitidos se encuentran en el "reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido" que publicó la que antes era SEDUE en su serie sobre normatividad ecológica.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con la de Patrimonio y Fomento Industrial se encargan de la reglamentación en cuanto a ruido.

Es así como el artículo 11 del reglamento indica que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB de las seis a las veintidós horas y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Por fuente fija debe entenderse cualquier establecimiento que tenga como finalidad desarrollar operaciones y procesos industriales, comerciales y/o de servicios (ref.6).

5.4.2 Agua

La "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" (ref. 11) ha dictado un acuerdo por el que se expide la norma técnica ecológica NTE-CCA-014/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua provenientes de la industria textil.

Entre las numerosas consideraciones sobre las que se basa esta norma, deben mencionarse las siguientes:

- "Se considera que la industria textil genera desechos orgánicos e inorgánicos mezclados con las aguas excedentes de los procesos de producción, así como aguas de servicio, las cuales, al ser descargadas en los cuerpos de agua, modifican las características fisicoquímicas y biológicas naturales de estos cuerpos, disminuyendo en consecuencia su capacidad de autodepuración."

- "Se considera que por el tipo y cantidad de contaminantes que caracterizan a las aguas residuales de la industria textil, sus descargas a los cuerpos de agua, además de impedir o limitar su uso, produce efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles de contaminantes en estas descargas."

- Artículo 4: Los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria textil, son los que se establecen en el cuadro V.7.

Artículo 5: Además de los parámetros anteriores, serán incluidos en las condiciones particulares de descarga, algunos de los siguientes:

Temperatura

Color

Sólidos disueltos

Fenoles

Sulfuros

Plomo

Nitratos

Cianuros

Fluoruros

Zinc

Manganeso

Es importante mencionar que las condiciones particulares de descarga se refieren a los parámetros que se han considerado como importantes limitar en el caso de una industria en particular; en este caso a la industria textil se le han aplicado los anteriores y los límites serán fijados por SEDESOL dependiendo de la intensidad con que las aguas de una industria textil específica contamine.

Las condiciones particulares de descarga fijadas por SEDESOL a la planta textil objeto de estudio se muestran en el cuadro V.6.

CUADRO V.6 CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA

Las siguientes son las condiciones particulares de descarga fijadas por SEDESOL a la industria textil que se trata en esta tesis:

PARAMETRO	El promedio mensual de muestras tomadas en diferentes días, no excederá de :	Ninguna muestra individual excederá de:	Carga Máxima Kg/día
Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día y a 20 C . (DBO 5)	100 mg/l	120mg/l	28.9
Sólidos suspendidos totales	50 mg/l	60 mg/l	14.47
Grasas y Aceites	10 mg/l	15mg/l	2.89
Temperatura		35 C	
Potencial Hidrógeno pH		No será menor de 6, ni mayor de 9 unidades	
Sólidos sedimentables		1.0 ml/l	
Materia flotante		Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3 mm de claro libre cuadrado	
Coliformes Totales	10,000 NMP/100 ml	20,000 NMP/100 ml	
Cobre		1.0 mg/l	
Cromo hexavalente		1.0 mg/l	
Color (Escala platino-cobalto)		100 unidades	
Fenoles		1.0 mg/l	

CUADRO V.7 NTE-CCA-014/88

PARAMETROS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
	Promedio diario	Instantáneo
pH (unidades de pH)	6-9	6-9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	100	120
Sólidos sedimentables (mg/l)	1	1.2
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	60
Cromo (mg/l)	1	1.2
Cobre (mg/l)	1	1.2

CUADRO V.8

a=Horas por día que opera el proceso generador de la descarga
b=Intervalo entre toma de muestras instantáneas (horas)

a	b
8	3
12	3
24	4

CUADRO V.9

NORMAS OFICIALES MEXICANAS (aplicables a la NTE-CCA-014/88)	
NOM-AA-3-1980	Aguas residuales. Muestreo
NOM-AA-4-1977	Determinación sólidos sedimentables en aguas residuales. Método del cono Imhoff.
NOM-AA-7-1980	Aguas. Determinación de la temperatura. Método visual con termómetro.
NOM-AA-8-1980	Aguas. Determinación de pH. Método Potenciométrico.
NOM-AA-14-1980	Cuerpos receptores. Muestreo.
NOM-AA-17-1980	Aguas. Determinación de color. Método espectrofotométrico.
NOM-AA-20-1980	Aguas. Determinación de sólidos disueltos totales. Método gravimétrico.
NOM-AA-28-1981	Determinación de demanda bioquímica de oxígeno. Método de incubación por diluciones.
NOM-AA-34-1981	Determinación de sólidos en agua. Método gravimétrico.
NOM-AA-42-1981	Análisis de aguas. Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales. Método de tubos múltiples de fermentación.

Artículo 6: El procedimiento para la obtención de los valores promedio diarios de contaminantes en las descargas de aguas residuales, se harán mediante el análisis de muestras compuestas que resultan de la mezcla de muestras instantáneas tomadas de acuerdo a el cuadro V.8.

Artículo 7: Los límites máximos permisibles de coliformes totales, medidos como número más probable por cada 100 mililitros, en las descargas de aguas residuales de la industria textil, considerando las aguas de servicio son:

a) 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo, cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo de agua, mezcladas o no con las aguas residuales del proceso industrial.

b) Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración prevea su infiltración en terrenos de manera que no cause un efecto adverso en los cuerpos de agua.

Artículo 8: Los métodos de prueba que se aplicarán para determinar los valores de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de la industria textil, son los contenidos en las normas oficiales mexicanas que se encuentran en el cuadro V.9.

5.4.3 Aire

Las Normas Técnicas Ecológicas y las Normas Oficiales Mexicanas (refs. 8 y 9) que se aplican al caso de los contaminantes de una industria textil, tomando en cuenta las sustancias y equipos que se utilizan en el proceso, son las siguientes:

a) Norma Técnica Ecológica NTE-CCAT-005/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas de monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de diesel en fuentes fijas. Los niveles máximos permisibles para los procesos de combustión de diesel en fuentes fijas se muestran en el cuadro V.10.

Debe señalarse que dichos niveles pueden rebasarse en caso de operaciones de arranque y soplado del equipo de combustión, siempre y cuando no exceda períodos mayores de 15 minutos y que éstos no se presenten más de 3 veces al día.

Los métodos de prueba y de cuantificación quedan establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes.

b) Norma Técnica Ecológica NTE-CCAT-007-88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas, monóxido de carbono,

CUADRO V.10 NTE-CCAT-005/88

CONTAMINANTES	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION	
	ZONAS CRITICAS Kg/m3 (a)	RESTO DEL PAIS Kg/m3 (a)
PARTICULAS	0.260	0.300
MONOXIDO DE CARBONO	0.600	0.665
BIOXIDO DE AZUFRE	17.000	34.000
OXIDOS DE NITROGENO (b)	2.700	3.000

(a) Kilogramos de contaminantes por cada metro cúbico de diesel consumido a 298 *K (25 °C)

(b) Los óxidos de nitrógeno expresados como bióxido de nitrógeno

CUADRO V. 11 NTE-CCAT-007/88

CONTAMINANTES	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION	
	ZONAS CRITICAS Kg/m3 (a)	RESTO DEL PAIS Kg/m3 (a)
PARTICULAS	4.24	6.74
MONOXIDO DE CARBONO	0.6	0.66
BIOXIDO DE AZUFRE	57.00	95.00
OXIDOS DE NITROGENO (b)	6.600(c) 8.000(d)	6.600(c) 8.000(d)

(a) Kilogramo de contaminante por cada millón de metros cúbicos de combustible consumido a 25 °C.

(b) Los óxidos de nitrógeno expresados como bióxido de nitrógeno.
Los niveles máximos permisibles se especifican de acuerdo al tamaño del equipo:

(c) Para equipos de combustión de capacidad hasta de $106^{*}10$ a la 9 joules/hora.

(d) Para equipos de combustión de capacidad mayor de $106^{*}10$ a la 9 joules/hora.

bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, provenientes de procesos de combustión de combustóleo en fuentes fijas.

Los niveles máximos permisibles para los procesos de combustión de combustóleo en fuentes fijas se muestran en el cuadro V.11.

Los niveles máximos pueden rebasarse para las operaciones de arranque y soplado del equipo de combustión, siempre y cuando el período no exceda los 15 minutos y no se presente más de tres veces por día. Los métodos y procedimientos quedan contemplados en las NOM correspondientes.

c) Norma Técnica Ecológica NTE-CCAT-009/88, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Esta norma exceptúa a los hornos de calcinación de la industria del cemento, así como a los procesos de combustión.

De acuerdo con el flujo de gases, éstos niveles máximos permisibles se muestran en el cuadro V.12. Para los efectos de cuantificación, se establecen los métodos de prueba en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes.

d) Norma Técnica Ecológica NTE-CCAT-018/91, que establece como límite máximo permisible el 2% en peso de azufre en el combustible líquido que se consuma por la industria en la zona metropolitana de la Ciudad de México.

e) Hasta la fecha, no se han publicado las Normas Técnicas Ecológicas, ni las correspondientes Normas Oficiales Mexicanas que tienen que ver con el muestreo, el análisis y los niveles máximos permitidos para sustancias como compuestos de nitrógeno, amoníaco, ftalatos, hidrocarburos volátiles e hidrocarburos totales, por lo que la SEDESOL recomienda y/o acepta los métodos y límites máximos permisibles de normas internacionales.

Las normas oficiales mexicanas en las que se apoyan las normas técnicas ecológicas antes mencionadas son las siguientes (ref. 8):

-NOM-AA-09/1973: "Determinación del flujo de gases por un conducto por medio del tubo pitot"

-NOM-AA-10/1974: "Determinación de la emisión de partículas sólidas contenidas en los gases que descargan por un conducto"

-NOM-AA-35/1976: "Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión"

CUADRO V.12 NTE-CCAT-009/88

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION		
FLUJO DE GASES EN LA FUENTE, m ³ /min	DE PARTICULAS SOLIDAS EN mg/m ³	
	ZONAS CRITICAS	RESTO DEL PAIS
5	1.536	2.304
10	1.148	1.722
20	858	1.287
30	724	1.088
40	641	962
50	584	876
60	541	811
80	479	719
100	437	655
200	328	489
500	222	333
800	182	273
1000	168	249
3000	105	157
5000	84	127
8000	69	104
10000	63	95
20000	47	71
30000	40	60
50000	32	48

La Interpolación y extrapolación de los datos no contenidos en esta tabla para críticas, está dada por la siguiente ecuación:

$$E=2020(C)(\exp - 0.42)$$

y para el resto del país:

$$E=4529.7(C)(\exp - 0.42)$$

donde E: nivel máximo permisible de emisión en miligramos por metro cúbico
C: Flujo de gases en la fuente en metros cúbicos normales por minuto

La emisión está referida a condiciones normales de temperatura y presión. (2) Para los efectos de cuantificación se establecen los métodos de prueba y de NOM correspondientes.

-NOM-AA-54/1978: "Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto, método gravimétrico"

-NOM-AA-55/1976: "Determinación de bióxido de azufre de los gases que fluyen por un conducto"

Hasta la fecha no existe ninguna norma oficial mexicana para la determinación de los NOx, por lo que el análisis se lleva a cabo por el método de luminiscencia química u otros métodos internacionales como por ejemplo los propuestos por la Environmental Protection Agency (EPA) los Estados Unidos.

5.4.4 Residuos sólidos

Deben tomarse en cuenta las siguientes normas para el caso de los lodos que resulten del tratamiento de aguas (ref. 10):

- a) La norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, que establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.
- b) La norma técnica ecológica NTE-CRP-002/88, que establece los procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- c) La norma técnica ecológica NTE-CRP-003/88, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88.

5.5 CONTROL DEL PROBLEMA

En esta sección se dará una breve explicación de la manera como un bufete de ingeniería ambiental (ref. 12) resolvió el problema de contaminación al aire y agua de la industria textil que se analiza en este trabajo para que ésta cumpliera efectivamente con los lineamientos de las normas mexicanas, debe tomarse en cuenta que lo que a continuación se describirá escapa a los objetivos del presente estudio y que sólo se menciona para, más adelante, poder entender de qué manera se cumplieron las exigencias de las leyes mexicanas y cuales son los costos de dichas exigencias ecológicas en este caso particular.

5.5.1 Agua

Como se mencionó anteriormente, en el caso del agua, la industria textil que nos ocupa descarga aguas residuales de su departamento de tintorería en las que la temperatura, la demanda bioquímica de oxígeno y el cromo total tienen valores que se encuentran por encima de los permitidos por las normas.

Las aguas residuales que corresponden a la descarga general presenta valores de sólidos suspendidos, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, cromo total y de grasas y aceites que sobrepasan los valores límite de la norma.

En el caso de los coliformes totales, tanto en la descarga de tintorería como en la descarga general, se rebasan los límites máximos permisibles que se establecen en las condiciones particulares de descarga fijadas.

Debe quedar claro que la exigencia ecológica para las descargas de aguas residuales, por parte de las autoridades, se reduce a los parámetros de la norma NTE-CCA-014/88 y a las condiciones particulares que se consideraron específicamente para la industria objeto de estudio; estos parámetros son en total 12, de los cuales 7 significan un problema para esta empresa ya que sobrepasan los límites máximos permisibles.

Estos siete son los siguientes:

- Sólidos suspendidos
- Temperatura
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Grasas y aceites
- Materia flotante
- Coliformes
- Cromo total

Control del problema de contaminación del agua

Las etapas que a continuación se describirán son las propuestas por el bufete de ingeniería ambiental (ref.12) que se encarga de construir la planta de tratamiento de aguas a la industria textil que nos ocupa. El objetivo de la planta es el de cumplir con las normas que la legislación mexicana exige.

Para poder establecer la secuencia del tren de tratamiento del agua residual es necesario llevar a cabo lo que se llaman "pruebas de tratabilidad", éstas pruebas son las que se hacen en el laboratorio para saber cuales son las etapas y procesos que necesitará el agua residual para eliminar los contaminantes que porta; los resultados de dichas pruebas recomiendan el diseño de la planta de tratamiento, estas recomendaciones son ajustadas por la compañía constructora de la planta de acuerdo a su experiencia y a la existencia de los equipos en forma comercial.

Las pruebas de tratabilidad, llevadas a cabo por LANFI (laboratorios nacionales de fomento industrial), recomiendan las siguientes etapas para remover los contaminantes de los 7 parámetros en los que no se cumple con el límite máximo

permisible (temperatura, DBO, cromo total, sólidos suspendidos, materia flotante, grasas y aceites y coliformes):

- Floculación-coagulación (tratamiento fisicoquímico)
- Sedimentación (tratamiento físico)
- Cloración (tratamiento químico)

Las características de la calidad del agua que se procesará, requiere de operaciones y procesos unitarios, que en su conjunto constituyen los siguientes equipos (refs. 13,14 y 15):

- a) Un canal de rejas o cribas
- b) Un canal desarenador
- c) Un tanque regulador de gasto, de homogeneización y balance
- d) Un sistema para bajar la temperatura
- e) Un coagulador-floculador
- f) Un tanque de sedimentación de alta tasa
- g) Un sistema de filtración gruesa
- h) Un sistema de filtración mediante carbón activado
- i) Un sistema de desinfección
- j) Un cárcamo de bombeo, para reuso de agua tratada
- k) Un sistema de tratamiento de lodos

a) Canal de rejas o cribas. Las aguas residuales llegan directamente de la línea de conducción de drenaje final al canal de rejas o cribas. La función de los canales de rejas o cribas es remover la materia flotante de las aguas residuales, los sólidos flotantes son retenidos por las rejas que se encuentran en los canales; el paso de las aguas a través de estos canales también ayuda a la disminución de la temperatura. El equipo consta de dos canales, uno de repuesto para poder dar mantenimiento al otro, además también consiste de una charola de secado de la materia flotante resultante, para que los residuos sólidos puedan ser después tratados adecuadamente.

b) Canal desarenador. Una vez recolectada la materia flotante, el agua corre a un canal con mayor profundidad y mayor ancho, lo que favorece el asentamiento gravitacional de los sólidos que poseen una densidad relativa mayor a la del agua residual a tratar. Es así como se eliminan los sólidos y arenas por sedimentación; a este tipo de canal también se le llama de sedimentación. Los sólidos captados se envían al sistema de tratamiento de lodos para ser desecados. El equipo cuenta con dos canales desarenadores (uno para cada canal de rejas), para poder utilizar uno mientras el otro se limpia, y cuenta también con un vertedor tipo "sutró" para cada canal en los que se determina el flujo real de agua que será tratada.

c) Tanque regulador de gasto, de homogenización y balance. Las aguas residuales que salen del canal desarenador llegan al tanque de homogenización; el tanque retiene las descargas por un tiempo mínimo de 45 minutos. Las descargas de aguas residuales pueden entrar con gastos que van desde 1.5 hasta 20 litros por segundo (lps), el tanque se encarga de regular dichos cambios dosificando como máximo un gasto de diseño de 24 lps y como condición normal un gasto de 15 lps, a los equipos que le siguen. Al retener las descargas, el tanque de homogenización cumple una doble función: no solamente regula el gasto que irá a los equipos subsecuentes, además ayuda a disminuir la temperatura de las aguas por efecto de retención. Este tanque está diseñado para trabajar hasta con un gasto de 27 lps, todos los demás equipos están diseñados para trabajar a 24 lps.

d) Sistema para bajar la temperatura. Este equipo es una torre de enfriamiento de tiro natural, el agua cae por acción de la gravedad a través de la torre por los platos y entra en contacto con el aire, es así como este equipo se encarga de regular la temperatura hasta llegar a las condiciones normales (25 °C), que son las que requieren las etapas de coagulación-floculación.

e) Coagulador-floculador. En este equipo se lleva a cabo la remoción de los contaminantes disueltos en el agua residual a través de la floculación de sólidos por mecanismos de aglutinamiento debidos a la adición de productos químicos. Las pruebas de tratabilidad determinaron que el mejor coagulante para la reducción de la demanda química de oxígeno es el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), también conocido como alumbre, utilizando como coadyuvante hidróxido de calcio, $(Ca(OH)_2)$. El sistema coagulación-floculación contempla dos etapas básicas: la de agitación rápida para que se forme el flóculo y la de agitación lenta para que el flóculo no se rompa y pueda llegar a sedimentarse. El equipo es un tanque con un sistema de mamparas (placas) de tipo horizontal para la agitación.

f) Tanque de sedimentación de alta tasa. Los sistemas de sedimentación de alta tasa generan mejores eficiencias en la sedimentación que las que se producen en las sedimentaciones comunes, esto es debido al arreglo de sus placas o mamparas inclinadas que obligan al flujo a direccionarse hacia abajo favoreciendo la disposición de los sólidos en el fondo del equipo. Los flóculos se depositan y después estos lodos se envían a tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

g) Sistema de filtración gruesa. La filtración gruesa contribuirá a retener los flóculos que no se hayan sedimentado para poder mandar la carga de agua residual al sistema de desinfección. En este caso el filtro es grava y arena sílice.

h) Sistema de filtración mediante carbón activado. Este tipo de filtración es aún más selectiva que la anterior, capta los sólidos disueltos, es decir, lo que el sistema de filtración gruesa no pudo retener, lo retendrá el medio filtrante de carbón activado. Además se encarga de eliminar el color y el olor de las aguas.

i) Sistema de desinfección. El equipo es básicamente un tanque en el que se desinfecta el agua y se eliminan los coliformes por la adición de hipoclorito de sodio y cloro en exceso.

j) Cárcamo de bombeo para reuso de agua tratada. El cárcamo de bombeo es un tanque o cisterna. Funciona únicamente para captar el agua tratada y enviarla a través de una línea al tanque de almacenamiento para la reutilización del agua en el proceso o para ser descargada al cuerpo de agua correspondiente a la zona (en este caso es un río).

k) Sistema de tratamiento de lodos. Los sólidos flotantes, las arenas y los lodos químicos deben ser tratados, estos sólidos y lodos son transportados mediante carretilla a los lechos de secado, en los que, para garantizar el máximo secado, permanecerán por 30 días (cuadro V.13).

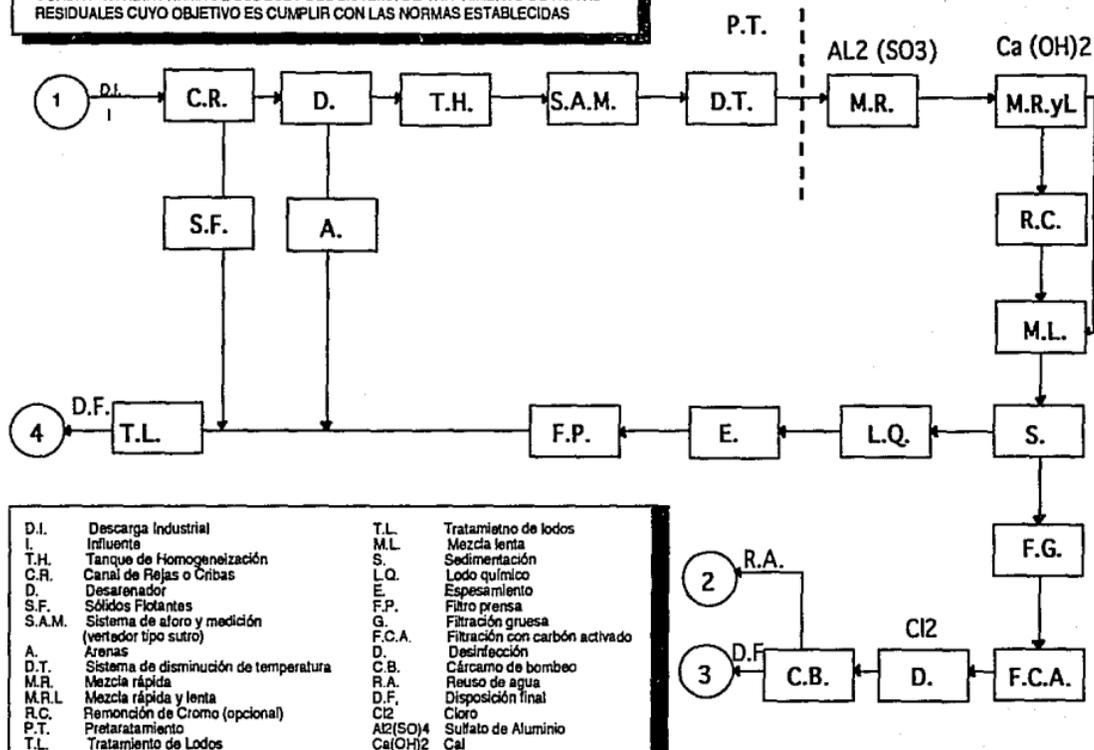
Hasta la fecha no se sabe si los residuos sólidos son peligrosos; es importante llevar a cabo un análisis de los mismos y reconocer sus propiedades físicas (viscosidad, temperatura, etc) y sus propiedades químicas (composición, toxicidad, reactividad, etc) para poder tratarlos y disponerlos correctamente en depósitos controlados o depósitos comunes, o bien para incinerarlos,

Después de las etapas anteriores, el agua que se descarga resulta libre de sólidos suspendidos, materia flotante, grasas y aceites, temperatura inadecuada y cumple con los límites que la norma impone para la DBO y los coliformes totales. En el caso del cromo total no fue necesario tomarlo en cuenta en el tren de tratamiento de la planta ya que el colorante que lo contenía (negro de ericromo) fue sustituido por uno que no lo contiene (cuadro V.14).

5.5.2 Aire

En el caso de la contaminación al aire, el bufete de ingeniería ambiental diseñó un sistema de colección de contaminantes con el fin de controlar las emisiones que se originan en los ramales del área de acabado de la fábrica textil, que es el área en la que no se cumplió con los límites establecidos por las normas al llevar a cabo las evaluaciones, el diseño se hizo considerando la necesidad de cumplir con los requerimientos de la legislación y normas mexicanas en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.

CUADRO V.13 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CUYO OBJETIVO ES CUMPLIR CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS



CUADRO V.14

PARAMETRO	MECANISMO DE REMOCION		TIPO DE TRATAMIENTO
	EQUIPO		
TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> -Canal de rejas o cribas -Tanque regulador de gasto -Torre de enfriamiento 	<p>El paso de las aguas residuales por el canal favorece la disminución de la temperatura</p> <p>Al retener las descargas provenientes del canal de rejas o cribas, favorece la disminución de la temperatura</p> <p>El agua se enfría al bajar a través de los platos de la torre por la acción de la gravedad</p>	FISICO
CROMO TOTAL	Ninguno	La industria textil objeto de análisis, cambió los colorantes que contenían cromo, por colorantes orgánicos libre de éste	
SOLIDOS SUSPENDIDOS GRASAS Y ACEITES	<ul style="list-style-type: none"> -Canal de rejas o cribas -Canal desarenador 	<p>Retiene los sólidos flotantes.</p> <p>Recolecta materia flotante. Se asientan las arenas y sólidos cuya densidad relativa es mayor a la del agua</p>	FISICO
DBO	-Sistema coagulador floculador	Remueve los contaminantes disueltos en el agua, floculándolos, debido a la adición de sulfato de aluminio e hidróxido de calcio	FISICOQUIMICO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	<ul style="list-style-type: none"> - Tanque de sedimentación de alta tasa -Filtración gruesa 	<p>En este tanque se lleva a cabo la sedimentación de los floculos y de los sólidos que no hayan sido retenidos por los canales</p> <p>A través del filtro de grava y arena, se retienen los floculos que no se hayan sedimentado antes</p>	FISICO
OLOR COLOR	-Sistema de filtración mediante carbón activado	Este tipo de filtración es más selectiva y logra quitar el color y el olor a las aguas residuales	FISICO
COLIFORMES	-Sistema de desinfección	Se eliminan los coliformes por la adición de hipoclorito de sodio y cloruro en exceso	QUIMICO

Como ya se vió, las emisiones contaminantes a la atmósfera provienen principalmente de los ramales del área de acabado que contaminan la atmósfera debido al DOP (dioctilftalato) e hidrocarburos volátiles; estos contaminantes se consideran material particulado debido a que forman un aerosol, es decir, son pequeñas gotitas líquidas suspendidas en una corriente gaseosa.

No se puede considerar al dioctilftalato como material particulado en sí mismo, sin embargo, la molécula de éste compuesto se adhiere al material particulado formado por los compuestos orgánicos volátiles que provienen de los hidrocarburos utilizados.

Por otro lado, las evaluaciones hechas a las calderas y a los calentadores de aceite mostraron que se sobrepasaban los niveles máximos permitidos de emisión de las normas en los parámetros de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de azufre. En este caso, la industria textil que nos ocupa controlará la emisión de los contaminantes antes mencionados dando un mejor servicio de mantenimiento a sus equipos de combustión.

Control del problema de contaminación al aire

Para controlar el problema de la emisión de partículas y de hidrocarburos volátiles a la atmósfera se diseñó y construyó el siguiente equipo (figura V.15):

- a) Dos lavadores tipo venturi
- b) Dos bombas
- c) Dos tanques separadores ciclónicos
- d) Dos ventiladores
- e) Dos tanques de recirculación
- f) Ductos

a) Dos lavadores tipo venturi. Los gases contaminantes son conducidos hasta los lavadores tipo venturi que llevan a cabo una colección de las partículas contaminantes por vía húmeda. Se construyeron dos lavadores, uno para las ramas 2a, 2b y 3 y otro para las emisiones de las ramas 1 y 4.

Este sistema, por medio de espreas, atomiza a la corriente gaseosa que pasa por el venturi, finas gotas de agua que cumplen con la función de colectar las partículas (gotas) que son solubles en agua.

Las partículas son removidas de la corriente gaseosa y atrapadas en las gotas del líquido de lavado. Al pasar los gases a través de la garganta del venturi aumentan su velocidad y por lo tanto aumenta también la caída de presión, de ésta manera se provoca un alto grado de turbulencia, atomización e impacto en la zona de la garganta y la eficiencia de remoción de las partículas aumenta (ref. 16).

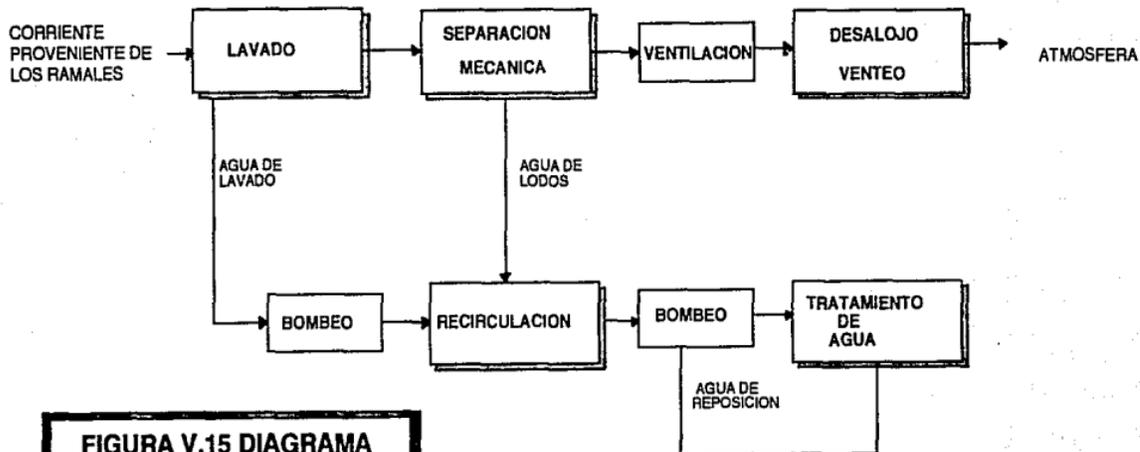


FIGURA V.15 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE LAVADO DE GASES

b) Dos bombas. Las bombas cumplen la función de alimentar el agua a las espreas del venturi.

c) Dos tanques separadores ciclónicos. Una vez que los contaminantes solubles en agua (ya sean partículas sólidas o líquidas) fueron eliminadas en el lavador tipo venturi, la corriente gaseosa pasa al tanque separador para remover las partículas más pesadas; la forma del tanque favorece la rápida rotación de la corriente, las partículas chocan contra las paredes debido a la fuerza centrífuga y de esta manera caen, por otro lado la corriente gaseosa limpia asciende. Este equipo cumple con la función de separar los contaminantes en forma de partículas de la corriente gaseosa por medio de la acción de la fuerza centrífuga (ref. 17).

d) Dos ventiladores. Los ventiladores extraen la corriente gaseosa limpia que ha ascendido en los separadores ciclónicos y la libera a la atmósfera por las chimeneas, libre de contaminantes.

e) Dos tanques de recirculación. A estos tanques llegan las partículas provenientes de la separación mecánica que se lleva a cabo en los tanques ciclónicos, éstas aguas con lodos se bombean a la planta de tratamiento de aguas y luego se reutiliza para alimentar a las espreas de los lavadores tipo venturi.

f) Ductos. A través de ellos se recibe la corriente gaseosa contaminante al principio de la operación, se extrae la corriente limpia del separador ciclónico y se envía la corriente gaseosa libre de contaminantes a la atmósfera (figura V.16.).

5.5.3. Ruido

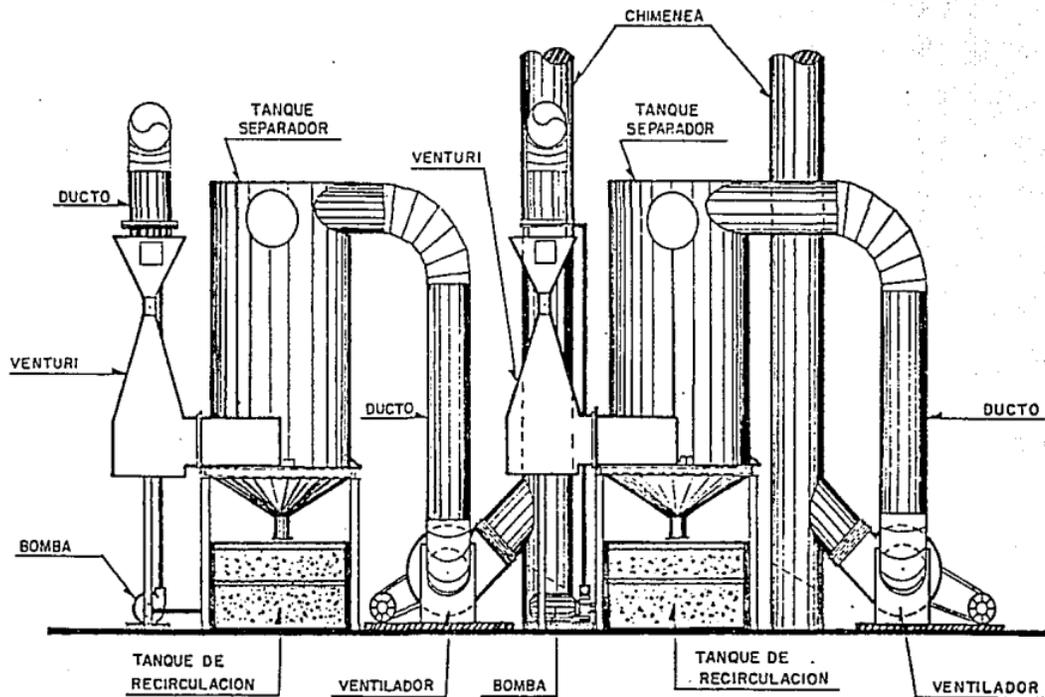
Aún cuando se sabe que las emisiones de ruido sobrepasan los límites máximos permisibles dados por el "reglamento de protección del ambiente contra la contaminación originada por ruido", la industria que se analiza en el presente estudio no ha comenzado los trabajos de control de dichas emisiones, por lo que los costos de dicha exigencia, aún no se encuentran disponibles.

5.5.4 Residuos sólidos

En lo que tiene que ver con el manejo y disposición de los residuos sólidos, como se mencionó anteriormente, no existe aún ningún tipo de control debido a que éstos se generan como lodos y arenas producto del proceso de tratamiento de aguas residuales y la planta, a la fecha, no se ha terminado de construir.

EQUIPO (1)

EQUIPO (2)



5.6 COSTOS

5.6.1 Aire

a) Costo aproximado del equipo de control

CANTIDAD	CONCEPTO	COSTO (millones de pesos de 1991)	
		UNITARIO	TOTAL
2	Lavador tipo venturi y tanque separador ciclónico para manejar 510 m ³ /min, fabricado en placa de acero al carbón calibre 10	52	104
2	Tanque de recirculación de agua para 8.7 m ³ en placa de acero al carbón, calibre 3/16	10	20
Lote	Ductería fabricada en lámina de acero al carbón calibre 10	43.7	87.4
Lote	Estructura soporte para lavador, separador y ductos	18.73	37.46
2	Ventilador mca. ARMEE tipo PA para manejar 17665 CFM contra 18"CA, con motor de 85 HP	50.14	100.28
2	Bomba centrífuga para manejar 202 gpm contra 32"CA con motor de 10 HP	8.3	16.6
20	Espreas tipo Veejet Nozzles con capacidad de 20 gpm cada una	0.23	4.6
Lote	Tubería de acero al carbón CD 40 de 4" de diámetro y accesorios	26.24	26.24
2	Chimenea y plataforma	25	50

TOTAL DEL COSTO DEL EQUIPO DE CONTROL:

APROX. 446.58

b) Costos de instalación

CONCEPTO	Millones de pesos (pesos de 1991)
COSTO DEL EQUIPO:	446.58
COSTOS DIRECTOS:	
-CIMENTACION	26.79
-MONTAJE	178.63
-INSTALACION ELECTRICA	4.46
-TUBERIA	22.32
-PINTURA	4.46
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS:	236.66
COSTOS INDIRECTOS:	
-INGENIERIA	69.66
-CONSTRUCCION	69.66
-HONORARIOS DE CONSTRUCCION	69.66
-PUESTA EN MARCHA	6.96
-PRUEBAS	6.96
-IMPREVISTOS	20.89
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS:	243.79
TOTAL DE COSTOS DE INSTALACION DEL EQUIPO DE CONTROL DE CONTAMINACION AL AIRE	927.03

c) Costos anuales de operación

CONCEPTO	Millones de pesos (pesos de 1991)
COSTOS DIRECTOS:	
-ASESORIA/SUPERVISION	1.41
-MANTENIMIENTO	47.02
-GASTO DE ELECTRICIDAD	162.15
-COSTO TRATAMIENTO DE AGUA	0.012
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS:	210.60
COSTOS INDIRECTOS:	
-GASTOS GENERALES DE OPERACION	5.66
-IMPUESTOS	9.40
-SEGUROS	9.40
-ADMINISTRACION	18.80
-DEPRECIACION	29.08
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	181.30
TOTAL DE COSTOS ANUALES DE OPERACION DEL EQUIPO DE CONTROL	282.93

5.6.2. Agua

a) Costo aproximado del equipo de control

CONCEPTO	COSTO PESOS (1991)
Canales de rejas, canales desarenadores y cárcamo de bombeo	12,472,817.00
2 rejas, 2 compuertas, 2 charolas, 2 vertedores	3,472,817.00
Tanque regulador de gasto y homogeneizador de temperatura	30,690,211.00
2 vertedores tipo Suro	786,928.00
Torre de enfriamiento	41,707,210.00
Base de la torre de enfriamiento	3,541,178.00
Coagulador-Floculador	44,618,846.00
Tanque de sedimentación de alta tasa	59,806,566.00
Filtro de grava y arena	78,692,850.00
Filtro de carbón activado	82,627,492.00
Tanque de contacto para sistema de desinfección	8,656,213.00
2 bombas de 25 HP	15,738,570.00
Un dosificador de $Al_2(SO_4)_3$	3,423,139.00
2 dosificadores de $Ca(OH)_2$	8,498,828.00
Un dosificador de NaOCl	3,855,950.00
4 Tanques de polipropileno	8,026,671.00
Dos agitadores S/N de 0.75 HP	10,230,070.00
Cárcamo de bombeo	30,375,440.00
Lechos de secado	10,387,456.00
Bomba de 20 HP	15,256,183.00

TOTAL DEL COSTO DEL EQUIPO DE CONTROL:

472,865,435.00

b) Costos de instalación

CONCEPTO	Millones de pesos (pesos de 1991)
COSTO DEL EQUIPO:	472.865
COSTOS DIRECTOS:	
-CIMENTACION	28.37
-MONTAJE	189.15
-INSTALACION ELECTRICA	4.73
-TUBERIA	23.64
-PINTURA	4.73
-TOTAL DE COSTOS DIRECTOS:	250.62
COSTOS INDIRECTOS:	
-INGENIERIA	72.35
-CONSTRUCCION	72.35
-HONORARIOS DE CONSTRUCCION	72.35
-PUESTA EN MARCHA	7.23
-PRUEBAS	7.23
-IMPREVISTOS	21.70
-TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	253.22
TOTAL DE COSTOS DE INSTALACION DEL EQUIPO DE CONTROL DE CONTAMINACION AL AGUA	976.70

c) Costos anuales de operación

CONCEPTO	Millones de pesos (pesos de 1991)
COSTOS DIRECTOS:	
- MANO DE OBRA	18.78
- REACTIVOS QUIMICOS	64.56
- ASESORIA Y SUPERVISION	3.90
- MANTENIMIENTO	48.84
- ELECTRICIDAD	100.26
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS	236.34
COSTOS INDIRECTOS:	
- IMPUESTOS	9.77
- SEGUROS	9.77
- ADMINISTRACION	19.54
- DEPRECIACION	30.80
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	69.87
TOTAL DE COSTOS ANUALES DE OPERACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	306.22

5.6.3. Análisis de costos

Según la información recabada, el activo fijo de la industria objeto de estudio (tabla V.17), es de \$ 153,789 millones de pesos (pesos de 1991), tomando en cuenta que los activos fijos significan los terrenos, edificios, equipos de transporte y toda la maquinaria y equipo en general, se puede comparar a ese dato el costo total del equipo de control de contaminación que se analizaron en los incisos 5.6.1 y 5.6.2 del presente capítulo; en este sentido el costo de la exigencia ecológica sumando los costos del equipo instalado, tanto para el control de contaminación al aire como para el tratamiento de las aguas residuales resulta en \$1903,730,000.= , lo que significa tan sólo un incremento en el activo fijo del 1.23%; es decir, al sumar al activo fijo el costo del nuevo equipo de control de contaminación, éste representa el 1.23% del total del activo fijo, que es mínimo.

Por otro lado, para saber de qué manera repercute el control de la contaminación en el costo total del producto es conveniente revisar la tabla V.18; de la suma de los gastos de operación con los gastos administrativos y de ventas resulta el costo (no precio) total del producto, al dividir ésta suma anual entre la producción total anual (3600 toneladas) se tiene que el costo por tonelada es de \$ 53, 990, 000.= (pesos de 1991), si al costo total del producto se suman también los costos de operación del equipo de control de contaminación y su depreciación divididos entre las mismas 3600 toneladas, se obtiene que el incremento al costo por tonelada es de tan sólo 163,659.63, lo que significa un incremento en el costo por tonelada del 0.3% (tabla V.17).

Es el consumidor, el que finalmente paga por los costos de control de contaminación, y en este caso en particular el incremento es muy bajo, por cada millón de pesos el consumidor paga \$3,000.= más debido a la exigencia ecológica que imponen las leyes y normas del ambiente mexicanas.

Para saber qué tan representativo es el incremento del 0.3% calculado para la industria que se trata en el presente trabajo, resulta interesante seguir la siguiente estimación de costos para el caso de todas las industrias textiles del ramo de de producción de fibras blandas.

Si se toman los datos emitidos por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de 1990, referidos a la industria textil se tiene que la producción total de fibras blandas fué de 651,694 toneladas en 1988 y que el valor bruto de la producción de 1988 (a pesos de 1988) fué de \$22,540, 647 millones de pesos (pesos de 1988), lo que representa un costo por tonelada de \$ 34, 587, 700.= , si multiplicamos por los índices de precios correspondientes para llegar a pesos de 1991, resulta que el costo por tonelada de fibra blanda es de \$ 56,339,000.= (tabla V.19).

TABLA V.17

INFORMACION FINANCIERA DE LA EMPRESA	
	MILLONES DE PESOS (1991)
ACTIVO TOTAL	269,009
ACTIVO CIRCULANTE	108,882
ACTIVO DISPONIBLE	5,447
ACTIVO FIJO	153,789
Inmuebles, planta y equipo al costo	153,789
OTROS ACTIVOS	6,338
PASIVO TOTAL	99,566
PASIVO CIRCULANTE	63,248
CAPITAL	170,443
Capital contable minoritario	2,525
Capital contable mayoritario	167,918
VENTAS NETAS	264,011
Costo de ventas	141,654
Gastos de operación	52,717
Resultado de operación	69,640

PRODUCCION TOTAL ANUAL	3600 TONELADAS ANUALES
COSTO POR TONELADA	54

EQUIPO DE CONTROL DE CONTAMINACION AL AIRE Y AGUA	
CONCEPTO	PESOS (1991)
DEPRECIACION ANUAL	59,885,464
COSTOS ANUALES DE OPERACION	529,289,225
TOTAL	589,174,688

INCREMENTO AL COSTO POR TONELADA DEBIDO AL EQUIPO DE CONTROL DE CONTAMINACION:
163,659.63 \$/TON

COSTO POR TONELADA CUANDO SE CONTROLA LA CONTAMINACION : 54,153,659.63
EL PRECIO SE ELEVA EN UN 0.3%

TABLA V.18 FACTORES QUE SUMAN EL COSTO TOTAL DE UN PRODUCTO

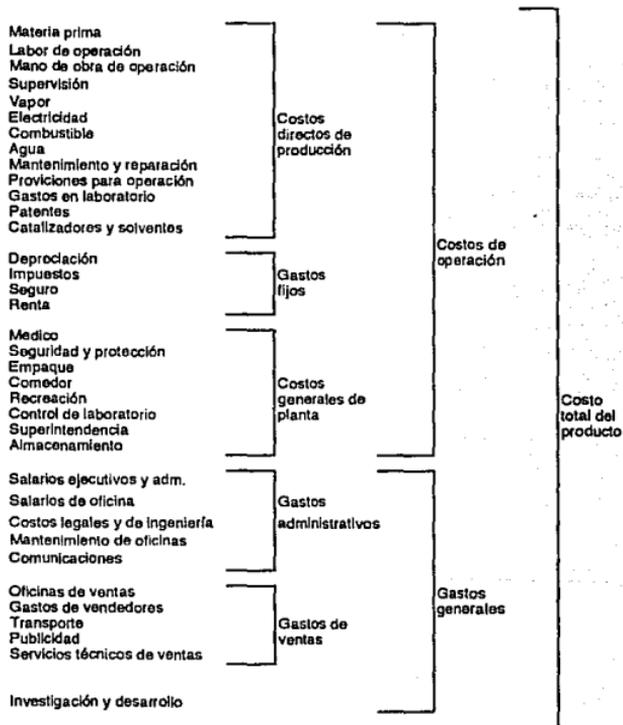


TABLA V.19 ESTIMACION DEL COSTO POR TONELADA DE FIBRA BLANDA EN BASE A LOS DATOS DEL TOTAL DE LA PRODUCCION DEL PAIS EN 1988

A	Valor bruto de la producción total de fibras blandas en 1988 (millones de pesos de 1988)	22,540,647
B	Producción total de fibras blandas en 1988	651,694 toneladas
A/B=C	Costo por tonelada a pesos de 1988	34,587,777.39 mill \$/ton
D	Valor bruto de la producción (millones de pesos de 1980)	259,133
D/B=E	Costo por tonelada a pesos de 1980	0.397630 mill \$/ton
C/E	Factor de inflación entre 1980 y 1988	86.98 (8698 %)
F	Índice de precios de 1990 en relación a 1980	127.7
E*F=G	Costo por tonelada a pesos de 1990	50.777 mill \$/ton
H	Índice de precios al productor en 1991	1.1097
G*H=I	Costo por tonelada a precios de 1991	56.339 mill \$/ton
J	Incremento al costo por tonelada debido al equipo de control de contaminación (pesos de 1991)	163,659.63 \$/ton
J+I=K	Costo por tonelada incluyendo el control de contaminación	56.502 mill \$/ton
	% de incremento debido a la exigencia ecológica	0.0029 (0.29 por ciento)

Refs: 1, 2 Y 20

Si se llevan a cabo las mismas operaciones que se siguieron para el caso de la industria objeto de estudio resulta que el costo sobre la tonelada se incrementa en \$163,659.63 (pesos de 1991) y el incremento sobre el producto es del 0.28%. Este último dato, calculado en base a datos del total de la industria textil de fibras blandas, se acerca mucho al dato que resultó del caso específico, por lo que se puede decir que es más o menos representativo.

A la última estimación de costos deben hacerse las siguientes advertencias:

- Se tomó el valor bruto de la producción de fibras blandas, lo que incluye no solamente industrias que manejan diferentes tipos de fibras, además sus tamaños son diversos, algunas producen más de las 3600 toneladas anuales, otras menos .

Aún así, si se piensa en una industria que produce 1800 toneladas anuales, el incremento al costo debido al control de la contaminación se elevaría casi al doble tomando los mismos costos y capacidad instalada del equipo de control, esto puede ser posible si se piensa que la calidad, no la cantidad, de la contaminación es parecida; sin embargo si la capacidad del equipo anticontaminante fuera también de la mitad, el incremento sería el mismo (0.3%).

- Los cálculos se basaron en la producción de 1988 (que es el último dato emitido por INEGI) y no de 1991 o 1992, lo que seguramente ha variado.

- Se deflacionaron los pesos de 1988 a los pesos de 1990 con la tasa de inflación de la economía general y no con la tasa de inflación del sector textil en particular, que de hecho puede ser diferente. Se deflacionaron también los pesos de 1990 a pesos de 1991 con el índice de precios al productor y no con el índice textil.

Por último, es importante hacer notar que el control de contaminación, tanto en el caso de la planta de tratamiento de aguas, como en el caso del equipo de control de contaminantes al aire, están diseñados en base a las exigencias de las normas mexicanas, que no se puede negar, aún son muy pocas y hasta cierto punto flexibles.

El procedimiento que se siguió en este caso fue el de analizar y evaluar en qué concentración se emiten los contaminantes exclusivamente marcados por las normas, con la información arrojada por las evaluaciones de las chimeneas y los análisis de las aguas, se diseñaron los equipos de control; sin embargo en el caso de las aguas residuales es casi seguro que existen otro tipo de compuestos orgánicos que el tren de tratamiento de la planta no elimina y que por ende se siguen descargando al cuerpo de agua.

Con lo anterior se puede decir que es del gobierno del que depende un control de contaminación efectivo, ya que finalmente los industriales actúan a favor del control de contaminación, solamente cuando existen de por medio leyes y normas de carácter obligatorio.

REFERENCIAS

- 1 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; *XII Censo Industrial*, 1986, INEGI, México 1986.
- 2 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; *La industria textil y del vestido en México*, INEGI, México 1990.
- 3 Cámara Nacional de la Industria Textil; *La Industria textil*, CANAITEX, México 1990.
- 4 Boon K., Gerard; *El mercado de la tecnología con respecto a las fibras sintéticas, telas y ropa*, El Colegio de México, México 1983.
- 5 Cámara Nacional de la Industria Textil; *México Textil*, Revista mensual, números de 1986, CANAITEX, México.
- 6 Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Reglamento para la protección del medio ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido, serie: normatividad ecológica No.3, SEDUE, México 1986.
- 7 Wakeman R.; *The chemistry of commercial plastics*, Reinhold Publications Corporation; New York, 1967.
- 8 Comité Consultivo de normas de protección al ambiente; *Relación de normas oficiales mexicanas*, SEDUE 1989.
- 9 National Institute for Occupational Safety and Health, *Determinación de la emisión de ftalatos como DOP total*, Método S-40 (HSM 99-71 31).
- 10 Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, *Gacetas Ecológicas 1-13*, SEDUE, México 1990.
- 11 Leyes y códigos de México; *Ley General del equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, 4ª edición, Ed. Porrúa, México 1991.
- 12 Servicios Profesionales en Control de Contaminantes, S.A. de C.V.
- 13 Departamento de sanidad del estado de Nueva York, *Manual de tratamiento de aguas negras*, 1era. edición, Ed. Limusa, México 1990.
- 14 American Society for testing and materials; *Manual de aguas para usos industriales*, 3era. edición, Ed. Limusa, México 1982.

15 Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, *Usos del agua y manejo del agua residual en la industria textil*, Subsecretaría de planeación, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México 1976.

16 R.D. Ross, *Air pollution and industry*, Ed. Van Nostrand Reinhold Company, 2° edición, Nueva York 1978.

17 P. Tomany, James; *Air pollution: the emissions, the regulations and the controls*; American Elsevier publishing company, London 1974.

18 Rich A., Gerald; *Cost-estimating: spreadsheet for pollution control equipment*, revista: Pollution Engineering's, E.U. 1989.

19 Peters, Max S., Timmerhaus D.K.; *Plant design and economics for chemical engineers*, 3° ed., Mc. Graw-Hill International Book Company, Singapore, 1985.

20 Banco de México, *Informes Anuales 1989-1991*, Banco de México 1988-1990.

CONCLUSIONES

- La ecología es una ciencia multidisciplinaria que estudia las interrelaciones existentes entre los organismos y sus ambientes. La ciencia ecológica, por tanto, involucra el estudio de los organismos, las poblaciones, las comunidades, la naturaleza, los diversos procesos culturales y sociales, los problemas socioeconómicos y políticos; todo el conjunto es el que circunscribe la unidad de estudio de la ecología.

- Los problemas de la contaminación conducen a una compleja red de causas que tienen como fundamento el sistema de relaciones políticas, económicas y sociales, por lo cual su resolución no es sólo un problema de carácter técnico.

- Son las concentraciones urbano-industriales, el crecimiento de la población, la utilización no sustentable de los recursos naturales, la importancia prioritaria de los gobiernos al desarrollo económico-industrial y la flexibilidad de las leyes ambientales, los factores que en común constituyen el conflicto ambiental de todos los países del mundo, sin importar el régimen político bajo el cual estén regidos.

- Una verdadera estrategia de control de contaminación y protección del ambiente debe incluir principios fundamentales que se refieran al respeto y cuidado de los ecosistemas de la tierra y a la mejora de la calidad de vida del hombre y además debe incluir el concepto de "sustentabilidad", lo que significa involucrar prácticas de manejo que no degraden los ecosistemas, así como también la adopción de estándares de consumo que se ubiquen dentro de los límites de la posibilidad ecológica terrestre.

- Se exige que los gobiernos de los países del mundo adopten nuevas posturas económicas y políticas que consideren como una prioridad los asuntos de control de contaminación y cuidado riguroso de los recursos naturales. Se exige a cada ser humano apegarse a una ética que le comprometa con el cuidado esmerado y la utilización equilibrada de los recursos de su entorno.

- Los problemas de contaminación no pueden ser tratados aisladamente, es por ello que se deben crear leyes y programas que incluyan a todos los países del mundo y que promuevan la cooperación internacional para atacar efectivamente dichos problemas.

- En México, como en otros países del mundo, son la explosión demográfica y las concentraciones urbanas de población e industria (centralización política y económica), el volumen de los servicios que demandan (agua, alimentación, energía, etc), la tendencia a la urbanización debido a las emigraciones rurales (pobreza, asentamientos humanos insalubres que carecen de los servicios esenciales), y por otro lado, son las políticas económicas de desarrollo que dan prioridad al crecimiento industrial, el subdesarrollo tecnológico, la carencia de educación ambiental y la flexibilidad con la que se ejercen las leyes del ambiente en la práctica, las causas principales de la contaminación y la degradación de los recursos del país.

- Aún cuando México cuenta ya con organismos, leyes, planes y programas que se preocupan por los asuntos del ambiente, cuyas intenciones y estrategias parecen bien estructuradas y completas, se puede decir que es un esfuerzo que comienza y que es por esto que, primero, aún no son verdaderamente compatibles las estrategias de protección al ambiente y control de contaminación con las estrategias trazadas por el gobierno para el desarrollo económico y que, segundo, en términos de organización y de acciones prácticas que se traduzcan en cambios favorables, en hechos notables, aún falta mucho camino por recorrer.

- Los problemas de contaminación de la zona metropolitana de la Ciudad de México son graves y se deben tomar medidas drásticas para su resolución, la descentralización de las actividades económicas y políticas es uno de los factores que deben ser tomados en cuenta para lograr una redistribución de la población y de las actividades, de ésta manera también se logrará una distribución más equitativa y equilibrada de los recursos y de las opciones de calidad de vida de los mexicanos. El Distrito Federal y su zona conurbada actualmente demandan un volumen de servicios que absorbe los recursos con que otras zonas del país cuenta (agua, alimentos, etc) y que produce desequilibrios ecológicos importantes.

- México necesita un mayor número de profesionistas y técnicos capacitados para resolver los problemas de contaminación y necesita también promover la investigación básica y aplicada para la generación de nuevas tecnologías de control de contaminación que encajen con los conflictos ambientales mexicanos.

- Al analizar lo que significa en términos económicos la exigencia ecológica en una planta industrial textil específica se encontró que el incremento sobre costo del producto es del 0.3%, que es un valor mínimo. Se puede decir que esto depende en gran parte de las leyes de control de contaminación que rigen actualmente en México, si las normas fueran más numerosas y controlaran la emisión y límites máximos permisibles de más sustancias contaminantes, el costo de los equipos de control de

contaminación se elevaría puesto que se requeriría controlar con más rigor tanto la calidad del agua residual, como las emisiones contaminantes al aire.

- El deterioro ambiental surge cuando los costos privados que enfrentan los productores y consumidores difieren de los costos sociales (que incluyen, por supuesto, los costos ecológicos).

- No es el industrial el que paga por el control de la contaminación, es el consumidor, es decir, todo aquél que compre un artículo en el mercado o requiera un servicio en cuya producción o elaboración se genere contaminación, pagará por esa exigencia ecológica. Si la exigencia ecológica es flexible, el costo ecológico será mayor que el costo del producto y el consumidor, por tanto, no estará pagando completamente el costo ecológico que significó producir ese producto.

- Los costos ambientales provocados por el sector privado (productores y consumidores) deben ser asumidos en el mismo sector y no trasladados a la sociedad en su conjunto, vía el gasto gubernamental por ejemplo.

- En el caso de la industria que se estudió, como muestra el análisis de costos, el porcentaje de incremento sobre los activos fijos y el costo del producto debido al control de contaminación, es muy bajo; sin embargo, se pueden encontrar en otros procesos y tipos de productos porcentajes de incremento que se consideren importantes; así por ejemplo existen establecimientos de servicios muy pequeños como es el caso del revelado de fotografía, cuyas aguas residuales contienen gran cantidad de sustancias químicas; la instalación de plantas de tratamiento de aguas o el pago al gobierno por dicha contaminación pueden repercutir significativamente sobre el costo del servicio; así que, lo concluido con el análisis de la industria textil que se estudió no se puede extrapolar ni generalizar, sin embargo resulta ser un buen indicador de los costos que representaría al sector industrial controlar su contaminación, en un país con unas leyes como las nuestras.