



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**EL PAPEL DEL INGENIERO QUÍMICO EN
LA PROBLEMÁTICA DE RESIDUOS INDUSTRIALES.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO
P R E S E N T A:
HORACIO MARTÍNEZ MÉNDEZ



MÉXICO, D.F.



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: ING. EDUARDO ROJO Y DE REGIL

VOCAL: DR. REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ

SECRETARIO: ING. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ

1er. SUPLENTE: ING. ALFONSO DURAN MORENO

2do. SUPLENTE: ING. EDUARDO FLORES PALOMINO

**ESTE TEMA SE DESARROLLO EN EL EDIFICIO E DEL ANEXO DE LA
FACULTAD DE QUÍMICA**



Dr. REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ
(asesor)



HORACIO MARTINEZ MENDEZ
(sustentante)

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	5
CAPITULO 1. Antecedentes sobre el Manejo de Residuos Industriales	
1.1. Reseña histórica de la gestión ambiental de las actividades altamente riesgosas y prevención de accidentes de alto riesgo ambiental	10
1.2. Universo de la gestión de las sustancias químicas	11
1.2.1. Respuestas Gubernamentales	12
1.2.2. Aspectos Relevantes sobre la gestión de materiales, residuos y actividades altamente riesgosas en México	12
1.2.3. Contexto Internacional de la gestión de materiales, residuos y actividades altamente riesgosas en México	13
1.3. Experiencias derivadas del manejo inadecuado de residuos peligrosos	14
1.4. Sitios contaminados y pasivos ambientales por residuos peligrosos en México	14
1.5. Enfoques e Instrumentos empleados en los sistemas de control de residuos peligrosos para la prevención y reducción de riesgos	15
1.6. Costos del manejo inadecuado de residuos peligrosos	15
1.7. Oportunidades asociadas a la minimización y manejo integral de residuos peligrosos	16
1.8. Ciclo del manejo de residuos	17
1.8.1. Factores a considerar en la planeación de los programas de reciclado de residuos	17
1.8.2. Responsabilidades de los generadores y manejadores de residuos peligrosos	18
1.9. Aspectos clave de un sistema de control de residuos peligrosos	18
1.10 Marco Institucional de la gestión ambiental de los residuos peligrosos en México	18
1.10.1 Avances en la regulación de residuos peligrosos en México	19
1.10.2 Programas de mejora regulatoria	21
1.10.3 Códigos o programas voluntarios	21
1.11 Indicadores de desempeño de la gestión de residuos peligrosos	21

	Pág.
CAPITULO 2 Bases conceptuales de la Gestión Ambiental	
2.1. Contaminación	22
2.1.1. Problemática de la contaminación	22
2.1.2. Material Peligroso	22
2.1.3. Definición de residuo peligroso	22
2.1.4. Clasificación de los residuos como residuos peligrosos	23
2.2. Peligro y riesgo provocado por los residuos	26
2.2.1. Condiciones de exposición a los residuos tóxicos y biológico infecciosos que representan un riesgo	27
2.2.2. Evaluación del peligro de las sustancias tóxicas	27
2.2.3. Destino y transporte de las sustancias tóxicas en el ambiente	29
2.2.4. Destino de las sustancias tóxicas en los organismos vivos	30
2.2.5. Evaluación de riesgo de una sustancia	32
2.3. Investigaciones para evaluar los impactos adversos a la salud derivados del manejo inadecuado de residuos peligrosos	33
Capitulo 3 Regulación y normatividad de los residuos peligrosos	
3.1. Evolución de las legislaciones para la prevención y control de la contaminación	36
3.2. Generalidades del marco jurídico e institucional de la regulación de los residuos peligrosos en México	37
3.2.1. Avances y perspectivas en materia de normatividad sobre residuos peligrosos	38
3.2.2. Leyes y Reglamentos relacionados en materia de residuos peligrosos	41
3.3. Normatividad de los residuos peligrosos	43
3.3.1. Características de la normatividad industrial	43
3.3.2. Normas Técnicas Ecológicas (NTE)	43
3.3.3. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	44
3.3.4. Normas vigentes y en desarrollo	45
3.3.5. Programas de mejora regulatoria	46

	Pág.
3.3.6. Códigos o programas voluntarios	47
3.3.7. Consideraciones generales de la legislación ambiental en el área de residuos a nivel	47
 Capítulo 4 Legislación ambiental en otros países	
4.1. Contexto Internacional de la gestión de los materiales, residuos y actividades altamente riesgosas	51
4.1.1. Legislación Alemana que sustenta la gestión de los residuos	54
4.1.2. Legislación Brasileña de los residuos	55
4.2. Reglamentación en los Estados Unidos de América y México (comparación y recomendaciones)	56
4.2.1. Garantía financiera para el cierre-postcierre y la responsabilidad por accidentes	57
4.2.2. Prevención de la contaminación del suelo a través de la regulación de la disposición final	57
 Capítulo 5 Análisis y Estudios Realizados para la solución a la problemática en materia de residuos industriales	
5.1. Alternativas para la administración de los residuos peligrosos en México	62
5.1.1. Factores clave para la gestión ambiental adecuada de los residuos peligrosos	62
5.2. La Medición de problemas ambientales y de la salud	65
5.2.1. Aplicación del análisis costo-beneficio en la elaboración de NOM	65
5.2.1.1. Estimación de costos y beneficios	66
5.3. Evaluación del Riesgo ecológico derivado del manejo de sustancias peligrosas	66
5.3.1. Elementos para el manejo y evaluación de riesgos	67
5.3.2. Instrumentos para el manejo de riesgos	68
5.3.3. Programa de Respuesta Integral	70
5.3.4. Educación, capacitación y comunicación de riesgos	70
5.4. Enfoques para la prevención y reducción de la contaminación	71
5.5. Cronología de acciones tomadas en México	72
5.6. Información para la toma de decisiones y calidad de la misma	73

	Pág.
5.7. Fuentes de datos sobre la situación nacional de sustancias químicas en el comercio	74
5.8. Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC)	75
5.9. Informe de Estadísticas del medio Ambiente	75
5.10 Estimación de la generación de residuos industriales peligrosos	75
5.11 Indicadores de producción, importación y consumo de sustancias potencialmente tóxicas	78
5.12 Reducción de contaminantes en nuestro país	80
5.12.1 Convenio para la reducción de exposición al plomo	80
5.12.2 Plan de acción regional sobre bifenilos policlorados	81
5.12.3 Plan de acción regional sobre DDT	81
5.13 Problemas legales identificados en el manejo de sustancia químicas peligrosas	82
5.14 Planeación del desarrollo de la Infraestructura para el manejo de residuos peligrosos en México	83
5.14.1 Consideraciones tecnológicas	83
5.14.2 Aspectos Económicos a considerar al crear infraestructura	84
5.14.3 Avances en la manifestación de la generación de residuos peligrosos en México	84
5.14.4 Avances en la creación de infraestructura para el manejo de los RP en México	87
5.15 Centros o Sistemas para el Manejo y el Aprovechamiento de los Residuos Industriales	92
Capítulo 6 Escenarios observados en materia de residuos industriales en México Y creación de valor con desarrollo sustentable	
6.1. Actividades productivas contaminantes	94
6.2. Visión de la problemática en México de residuos	98
6.2.1. La recuperación y el reuso	98
6.2.2. La sustitución de materias primas y productos de uso intensivo	98
6.3. Indicadores de la gestión de sustancias químicas y de su desempeño	99
6.3.1. Indicadores de salud	100
6.3.2. Indicadores de calidad del aire	104
6.3.3. Indicadores de la calidad del agua	105

	Pág.
6.3.4. Indicadores de calidad de suelos	107
6.3.5. Indicadores del desarrollo industrial	107
6.3.6. Indicadores de fuentes contaminantes y actividades altamente riesgosas	108
6.4 Estrategia propuesta para el manejo de residuos peligrosos	110
6.4.1. Objetivos y restricciones	110
6.4.2. Comando y control	111
6.4.3. Instrumentos Económicos	111
6.4.4. Instrumentos de Política	112
6.5 Ejercicio para la realización de un planteamiento para nuestro problema de residuos Industriales	113
6.6 Creación de valor con desarrollo sustentable	115
Conclusiones	117
Directorio de páginas de Internet que cubren áreas relevantes en materia de RP	131
Bibliografía	134

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Cronología de hechos relevantes de la gestión ambiental en México	11
Figura 1.2 Autorizaciones emitidas por el INE a las instituciones que brindan servicios de manejo de residuos peligrosos	19
Figura 1.3 Normas Oficiales Mexicanas sobre residuos peligrosos vigentes	20
Figura 1.4 Anteproyectos de NOM sobre residuos peligrosos	20
Figura 2.1 Características de un residuos peligroso	24
Figura 2.2 Cuando es corrosivo y reactivo un residuo	24
Figura 2.3 Cuando es explosivo y tóxico un residuo	25
Figura 2.4 Cuando es inflamable y biológico-infeccioso un residuo	25
Figura 2.5 Identificación de los residuos peligrosos	26
Figura 2.6 Definición de peligro y riesgo	26
Figura 2.7 Relación dosis-respuesta para una sustancia cancerígena	28
Figura 2.8 Dosis de referencia	28
Figura 2.9 Comparación entre potencia de distintas sustancias tóxicas	29
Figura 2.10 Destino y reacción de las sustancias en los organismos y pruebas para determinar exposición y efectos	30
Figura 2.11 Diferencia en la sensibilidad de niños y adultos a los efectos tóxicos del plomo	31
Figura 2.12 Efectos sobre la población por exposición a sustancias tóxicas	32
Figura 2.13 Etapas del proceso de evaluación de riesgos	32
Figura 2.14 Sustancias prioritarias y más frecuentemente encontradas en los sitios contaminados con RP	33
Figura 2.15 Sustancias más frecuentemente involucradas en sitios contaminados con RP	34
Figura 3.1 Régimen jurídico de protección al ambiente y servicios de limpia	38
Figura 3.2 Jerarquización de los componentes de regulación de los residuos peligrosos en México	41
Figura 3.3 Contenido de los artículos principales de la LGEEPA	42
Figura 3.4 Aspectos previstos para su normatividad en el reglamento en materia de RP	44
Figura 3.5 NOM sobre residuos peligrosos vigentes	45
Figura 3.6 Anteproyectos de NOM sobre Residuos Peligrosos	46
Figura 3.7 Códigos o programas voluntarios sobre Residuos Peligrosos	47
Figura 3.8 Atribuciones respecto de los servicios en materia de recolección y almacenamiento	48

Figura 4.1 Dimensión nacional e internacional del programa de gestión ambiental se sustancias tóxicas de atención prioritaria	52
Figura 4.2 Proyectos sobre sustancias tóxicas de atención prioritaria y su vinculación en el marco internacional	53
Figura 5.1 Marco para la evaluación de riesgos ecológicos	67
Figura 5.2 Elementos de la evaluación y manejo de riesgos	68
Figura 5.3 Hojas de seguridad de los materiales	69
Figura 5.4 Aspectos que cubren las HSM	69
Figura 5.5 Elementos del Programa de responsabilidad integral	70
Figura 5.6 Datos básicos para evaluar la peligrosidad y los riesgos de las sustancias químicas	74
Figura 5.7 Datos básicos para evaluar el costo-beneficio y desempeño de la gestión de sustancias químicas	74
Figura 5.8 Proporción de los RP generados por el sector industrial	76
Figura 5.9 Participación de los sectores industriales en la generación de RP	77
Figura 5.10 Estimación de la generación de los RP por subsector industrial	77
Figura 5.11 Producción nacional de plaguicidas	78
Figura 5.12 Principales ingredientes activos de fungicidas utilizados (1995)	79
Figura 5.13 Principales ingredientes activos de herbicidas utilizados (1995)	79
Figura 5.14 Principales ingredientes activos de insecticidas utilizados (1995)	79
Figura 5.15 Principales ingredientes activos de otros agroquímicos utilizados (1995)	79
Figura 5.16 Avances de la instrumentación del convenio para reducir la exposición al plomo	80
Figura 5.17 Avances en los planes de acción regional de América del norte	82
Figura 5.18 Tipos de tecnologías para el manejo de los RP	83
Figura 5.19 Universo potencial de empresas	84
Figura 5.20 Principales fuentes de contaminación ambiental de competencia federal	85
Figura 5.21 Variación en la generación de residuos peligrosos	86
Figura 5.22 Tendencia en la creación de infraestructura de manejo residuos industriales	87
Figura 5.23 Distribución geográfica de empresas de servicio de manejo de residuos peligrosos	88
Figura 5.24 Distribución geográfica de empresas de servicio de manejo de residuos peligrosos	89
Figura 5.25 Capacidad instalada para reciclar residuos peligrosos	90

	Pág.
Figura 5.26 Tendencia en el crecimiento de la infraestructura de tratamiento de residuos biológico Infecciosos en México	90
Figura 5.27 Distribución geográfica de las empresas que brindan tratamiento a los residuos Biológico-infecciosos	91
Figura 5.28 Diagrama conceptual para el manejo integral y aprovechamiento de RP	93
Figura 6.1 Uso de indicadores de la gestión de sustancias químicas y su desempeño	99
Figura 6.2 Principales causas de la mortalidad general (1996)	100
Figura 6.3 Casos acumulados por entidad federativa de intoxicación por plaguicidas (1995-1996)	101
Figura 6.4 Intoxicaciones por plaguicidas	102
Figura 6.5 Niveles de plomo en sangre en habitantes de la zona metropolitana de la ciudad de de México.	103
Figura 6.6 Promedio de los niveles de plomo en el binomio madre-hijo en los hospitales	103
Figura 6.7 Valores límite normados para los contaminantes	104
Figura 6.8 Comportamiento histórico de los niveles de plomo en la zona metropolitana	105
Figura 6.9 Principales cuencas contaminadas de atención prioritaria en México	106
Figura 6.10 Aguas superficiales (ICA en 1994)	106
Figura 6.11 Estructura porcentual del Producto interno bruto (1988-1996)	107
Figura 6.12 Entidades federativas en las que se ubican las plantas productoras	108
Figura 6.13 Descripción de sub sectores industriales y factores de afectación por subsector	109

INTRODUCCIÓN

El Ingeniero Químico, tanto en su formación, como ya egresado, se hizo poseedor de un amplia gama de conocimientos y por tanto la responsabilidad y ética con que los utilizará en pro de la sociedad. La industria, como su nacimiento, implica cambios y nuestro perfil como egresado, exige de una persona que se adapte a ellos, un experto en resolver problemas, adaptación a todos los niveles y a la presión de un México, en el donde la competencia es el pan de cada día.

Transformación es la palabra clave de la educación; todo tiene un origen, como la vida y su ciclo, así como la materia hasta el producto terminado, un proyecto hasta llegar a la planta o el fin de la misma. Pero que hay en el intermedio, o bien aún ¿Qué hay del sobrante del producto o la materia prima?, ¿Qué pasa con el medio ambiente? La pregunta fundamental, tal vez es hasta dónde hay que llegar para alcanzar un bien en pro de la sociedad, pero a costa de nosotros mismos.

Como todo ciclo, no se debe de romper, pues los cambios en la naturaleza, provienen de la tecnología, porque no se piensa en el daño que se le hace al medio y ahora se ve con los cambios climatológicos y las temperaturas históricamente extremas que se están dando alrededor del mundo.

Pero todo esto proviene de un drástico "hago las cosas y no me importa si causarán algún daño", o peor aún no tengo el conocimiento del impacto al medio o de los residuos generados por el proceso; pero si se abunda en el tema, información existe y en cantidad suficiente, pero el punto importante de la situación es que nadie lo aplica porque todavía no existe una penalización por incumplimiento de una normatividad ecológica.

La realidad también es que cada sector es regido por diferentes instituciones o normatividades. Cada quien maneja distinta información y no hay uniformidad, y aún peor ésta es muy confusa y repetitiva, de ello proviene la intención de este trabajo.

Para dar una perspectiva de esta situación se hará una reseña del panorama que ofrece nuestro país en materia ambiental, particularmente en el tema de residuos industriales.

Y las preguntas que se plantean son, ¿Quién es la persona(s) indicada(s) para dar solución a la problemática de los residuos industriales?, una respuesta a este problema es el Ingeniero Químico, y surge otra pregunta, ¿Qué papel juega en la sociedad y en este problema el profesional egresado de la carrera de Ingeniería Química?

Una de las finalidades de la industria, es la transformación de una materia prima para obtener un satisfactor que es un producto terminado, a esta transformación se le llama proceso. Un proceso es el conjunto de operaciones o rutas de transformación de la materia prima para obtener nuestro producto deseado. Este proceso tiene que ser diseñado antes por una persona, el INGENIERO QUIMICO. En muchos procesos, se tienen subproductos no deseados o efluentes, que también se les llama residuos, que es una consecuencia planeada o no, y se tiene que dar respuesta a este aspecto. "La Ingeniería Química es una profesión en la que los conocimientos de ciencias básicas e ingenieriles, junto con los

principios de la economía y las relaciones humanas, obtenidos mediante el estudio, la experiencia y la práctica son aplicados mediante habilidades y actitudes en la creación de procesos y la generación de productos y servicios, fundamentalmente en el ámbito de la industria química en beneficio de la humanidad¹. Derivada de esta definición se toma una dirección es decir, la logística y ejecución, y la misión es llegar a la meta. El primer problema a resolver es la(s) ruta(s) a seguir, para los subproductos no deseados, que nos lleva a la contaminación que trae consigo un riesgo y la necesidad de un estudio de impacto ambiental.

Así mismo, México enfrenta actualmente uno de los retos más importantes en materia ambiental, el tratamiento y disposición adecuada de los residuos industriales, pues su manejo inadecuado puede provocar la proliferación de enfermedades y alterar las características del medio. A pesar de que el cuidado del ambiente se ha convertido en una prioridad política, económica y social desde hace una década en nuestro país, datos del Instituto Nacional de Ecología refieren que en un estudio realizado en el período comprendido entre 1996 y 2000, 172 mil 599 industrias han generado 164 millones 250 mil toneladas de residuos, de las cuales ocho millones son tóxicos, siendo la química básica la generadora de la mayor proporción de estos residuos². El desarrollo científico y tecnológico, sobre todo en los últimos 30 años, ha generado un aumento de la actividad industrial y de nuevos productos, al tiempo que el manejo de diferentes formas de energía, ha traído como consecuencia la degradación del entorno natural y urbano.

Una posible alternativa para el cuidado del ambiente, puede ser la optimización o el cambio de los procesos, a fin de obtener sólo el producto deseado y no subproductos, que en ocasiones son difíciles de eliminar, sin embargo, para lograrlo, la industria química mexicana se enfrenta a un serio problema de falta de investigación, debido al alto costo que representa y a que los industriales de nuestro país muestran apatía por el gasto en investigación, sobre todo cuando no tienen la seguridad de los resultados. El tomar decisiones para el control de los residuos peligrosos, tiene implicaciones técnicas, económicas y jurídicas, que necesariamente deben tomar en cuenta, en su justa dimensión, los principios siguientes:

1. La minimización de la cantidad de residuos peligrosos y de los riesgos inherentes a su manejo y disposición final, a través de la sustitución de materiales altamente peligrosos como insumos y de la adopción de procesos cada vez más limpios.
2. La recuperación de material secundario a partir del reciclado de residuos y, cuando esto no sea técnica y económicamente factible, su tratamiento y disposición final controlados y adecuados.
3. La estandarización adecuada de los costos ambientales en la generación y manejo de los residuos peligrosos.
4. La participación y coordinación estrecha entre la autoridad regulatoria y las empresas involucradas en el manejo y disposición de los residuos peligrosos y, en general, la participación de la sociedad dentro de modalidades flexibles y creativas que aseguren la corresponsabilidad necesaria.

¹ Definición IMIQ "Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos"

² Programa para la Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales peligrosos en México 1996-2000. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Instituto Nacional de Ecología.

Deben orientarse las prácticas para el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo, a las acciones de reciclaje, sobre las orientadas a tratarlos o confinarlos y establecer las prioridades a considerar para el control de los residuos comparando las soluciones adoptadas en cuanto a sus costos presentes y futuros. El objetivo de la gestión de residuos es contribuir a evitar su generación, promover el aprovechamiento de los reciclables y lograr su manejo adecuado a todo lo largo de su ciclo de vida, a fin de prevenir y reducir riesgos para la salud, los bienes y el ambiente, mediante la participación activa, informada y responsable de los distintos sectores de la sociedad. La gestión de los residuos peligrosos y la puesta en práctica de las políticas en la materia, hacen necesario el desarrollo, fortalecimiento y aplicación de instrumentos tanto por parte de las autoridades con competencia en la materia, como de los distintos actores sociales involucrados en dicha gestión. Existen instrumentos cuya aplicación puede generalizarse y otros que requieren adecuarse a las condiciones específicas donde es necesaria dicha aplicación. A la vez, se considera importante la combinación de distintos tipos de instrumentos, regulatorios o no, para lograr las metas ambientales que se persiguen en el manejo de los residuos peligrosos a lo largo de su ciclo de vida integral.

El éxito en la aplicación de tales instrumentos, depende en gran medida del conocimiento de la forma en la que las distintas agrupaciones sociales en cada entidad perciben la importancia de lograr la minimización y el manejo integral de los residuos peligrosos, de su capacidad de organización y su participación en el desarrollo de actividades que persigan el bien común, así como del grado de desarrollo de sus recursos humanos y tecnológicos para enfrentar los desafíos que plantea la gestión de tales residuos. En materia de la evaluación del impacto ambiental y el riesgo asociados con el manejo de los residuos peligrosos, cada instalación que genere o maneje residuos peligrosos, de acuerdo con el tipo de residuos que involucre, la tecnología y procesos que aplique, las características del sitio en el que se ubican y otros factores, puede constituir un riesgo diferente para las poblaciones humanas vecinas a ella, las propiedades circundantes, así como para el ambiente. Por tanto, es públicamente reconocido que sólo se podrán lograr los objetivos de política si se cumplen las disposiciones legales que sustentan la gestión de los residuos peligrosos y se construyen y difunden indicadores de cumplimiento y de desempeño.

Hoy en día se acepta que, en forma complementaria a las disposiciones jurídicas, es pertinente desarrollar programas innovadores que al mismo tiempo ayuden a las empresas generadoras o las que manejan residuos peligrosos a mejorar su desempeño ambiental, así como a incrementar su competitividad. En materia de residuos peligrosos es preciso caracterizar los riesgos a la salud de las poblaciones humanas derivados de la exposición continua a sustancias tóxicas o de los accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de dichas sustancias, así como los riesgos de contaminación y deterioro de la calidad del aire, agua y suelos, o los relativos a la afectación de especies de la flora y fauna acuática y terrestre. Adicionalmente, se debe considerar el posible deterioro o destrucción de las propiedades como consecuencia de la acción de materiales corrosivos o reactivos, o derivados de explosiones e incendios.

Considerando que una buena parte de los contaminantes del aire, agua y suelo son generados por la industria química, el ámbito más adecuado para conocer, analizar y buscar posibles soluciones al problema y además planear la forma de efectuarlas, es atacando el problema en las entidades donde se imparte la química, y por tanto el papel desempeñado por los profesionistas de la química, entre ellos el Ingeniero Químico, es la base de soporte de este trabajo.

La infraestructura en México es insuficiente, así como las entidades que ofrecen servicios para el manejo de residuos³. El campo de la evaluación de riesgos, en particular los derivados de la exposición continua a sustancias tóxicas de seres humanos y de la flora y fauna, está poco desarrollado en México y requiere del fortalecimiento de capacidades en la materia, así como del desarrollo de procedimientos y métodos oficiales para realizar las evaluaciones correspondientes. Con esto se derivan una serie de propuestas y observaciones para evaluar la realidad de la política ambiental, entre las cuales se destacan:

- La definición de las políticas es objeto de pugnas entre los partidos políticos y sin resultados observables.
- Realizar la planeación de programas a desarrollar en el corto, mediano y largo plazos.
- Revisar el marco jurídico en la materia para que responda a las necesidades y circunstancias del país y promueva la minimización de la generación de los residuos peligrosos.
- Proporcionar incentivos a las empresas que realicen esfuerzos para disminuir la generación de los residuos peligrosos.
- Falta de coordinación y comunicación entre los órganos desconcentrados de la Semarnap, INE, Comisión Nacional del Agua (CNA), y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa).
- Simplificación y agilización de los trámites administrativos para obtener autorizaciones relativas al manejo de los residuos peligrosos.
- Eliminar las barreras administrativas, como es el extenso y desordenado papeleo al respecto, que se oponen a la minimización.
- Falta de continuidad en los programas ambientales, en particular los relacionados con la minimización de residuos, para que no se modifiquen o abandonen con los cambios en las administraciones públicas.
- Necesidad de un marco jurídico integral unificador que incorpore buenas prácticas de fabricación y acelere la adopción de una estandarización internacional de desempeño ambiental.
- Involucrar a las partes interesadas en el diseño e instrumentación de las políticas.
- Crear una comunicación directa entre autoridades gubernamentales y los centros académicos y la sociedad para difundir la información, normatividad y cualquier actividad relacionada con la materia.

Este trabajo se realizó gracias al apoyo de la Facultad de química de la Universidad Nacional Autónoma de México, que cuenta con un Comité de Carrera de Ingeniería Química, el cual es responsable de "asesorar al Director y Consejo Técnico de la Facultad en lo relacionado con la planeación, programación, evaluación, revisión y modificación del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química; señalando el enfoque y orientación apropiados para formar los profesionistas que la sociedad requiere"⁴ Actualmente en México aún no se cuenta con un Centro de Información sobre la carrera de ingeniería Química, y la que existe es de difícil acceso y no es muy completa, ya que faltan estudios

³ INEGI-SEMARNAT. Estadísticas del medio Ambiente. México, 1999.

⁴ Información concedida por el Dr. Reynaldo Sandoval González, Presidente del Comité de Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la UNAM

sobre su evolución y la importancia de esta carrera en nuestro país, para así ayudar a crecer esta disciplina tan importante en el sector industrial.

Para cubrir esta necesidad se ha formado como un esfuerzo del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQU) y la Dirección de la Facultad de Química de la UNAM el "Centro Nacional de Información de la carrera de Ingeniería Química" bajo la dirección de la Coordinación de la misma Carrera, el cuál está trabajando en organizar y procesar toda la información referente , para ello se pretende analizar diferentes escenarios que se cree ubicarán las actividades del ingeniero químico en un contexto mucho más amplio y real, para así ofrecer un servicio de información más completo al que existe actualmente. Esta tesis forma parte de un programa de trabajos para la integración del mencionado Centro Nacional de Información de la Carrera de Ingeniería Química, siendo su principal objetivo el siguiente:

- Analizar la problemática de la generación y disposición de los residuos industriales peligrosos bajo el punto de vista de la Ingeniería Química para contribuir a la conscientización, de los futuros egresados y de los que ya ejercen la carrera, informar de la situación actual del problema a nivel nacional y mundial, para así tomar las acciones correspondientes para evitar un problema mayor o in solucionable.

- **Así también se busca hacer conciencia del aprovechamiento de los residuos reciclables y lograr su manejo adecuado a todo lo largo de su ciclo de vida, a fin de prevenir y reducir riesgos a la salud, los bienes y el ambiente, mediante la participación activa, informada y responsable de los distintos sectores de la sociedad.**

CAPITULO I **ANTECEDENTES SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES**

En la actualidad, la regulación y el control del manejo de los materiales y residuos peligrosos, las actividades altamente riesgosas en México es una competencia Federal a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus órganos desconcentrados:

- El Instituto Nacional de Ecología (INE)
- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa)

Así como de otras secretarías con competencia en la materia como:

- Secretaría de Salud (SS)
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS)
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR)

Algunos de los elementos esenciales son plasmados en los siguientes documentos publicados por el INE:

- Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas Prioritarias
- Bases para una política nacional de residuos peligrosos
- Programa para la Minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000 (último documento publicado)

También se cuenta con comités estatales de plaguicidas fertilizantes y sustancias tóxicas (Cesplafest), Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (Remexmar), integrante de La Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (Repamar) y comités de ayuda mutua entre empresas y los comités ciudadanos.

1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES RIESGOSAS Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE ALTO RIESGO AMBIENTAL

Comprender el desarrollo de la prevención de los accidentes químicos, nos obliga a analizar su historia, la cual cobra importancia a raíz de los accidentes de San Juan Ixhuatepec y, principalmente, el de Guadalajara, donde se estableció el Programa Nacional para la Prevención de Accidentes de Alto Riesgo Ambiental por instrucción presidencial. A continuación se presenta la siguiente figura para ubicar cronológicamente los hechos más sobresalientes.

FIGURA 1.1. CRONOLOGÍA DE HECHOS RELEVANTES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO

Año	Suceso
1983	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación de la SEDUE 2. Primer Procedimiento de Impacto Ambiental de la Ley Federal de Protección al Ambiente en el que se incluye el concepto de riesgo.
1984	Explosión de gas en San Juan Ixhuatepec.
1986	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación de la Subdirección de Riesgo de la SEDUE. 2. Desarrollo del Procedimiento para Evaluar Proyectos de Instalaciones que manejen sustancias peligrosas.
1988	<ol style="list-style-type: none"> 1. Publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 2. Publicación del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que prevé la realización de estudios de riesgo y la elaboración de programas para la prevención de accidentes (PPAs). 3. Creación del Comité de Actividades Altamente Riesgosas.
1989	Creación del Comité de Análisis y Aprobación de los Programas de la Prevención de Accidentes.
1990	Publicación del Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas (por el manejo de sustancias tóxicas).
1992	<ol style="list-style-type: none"> 4. Creación del INE en la SEDUE 5. Creación de la PROFEPA. 6. Introducción de las Auditorías Ambientales. 7. Explosión del drenaje en la ciudad de Guadalajara. 8. Establecimiento del Programa Nacional para la prevención de accidentes de Alto Riesgo Ambiental. 9. Creación de los Comités ciudadanos de Información y Apoyo para Casos de Prevención de Atención de Riesgos Ambientales.
1992	Publicación del segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas.
1994	Creación de la SEMARNAP
1996	Publicación de la nueva LGEEPA.
1998	Creación de la Dirección de Administración de Riesgos.
1999	Inicio del desarrollo de foros y simulacros para evaluar la instrumentación de los Programas para la Prevención de Accidentes.
2000	<ol style="list-style-type: none"> 1. Integración del Reglamento en Materia de Materiales y Residuos Peligrosos y Actividades consideradas como Altamente Riesgosas. 2. Publicación del documento de Promoción de la Prevención de Accidentes Químicos.

FUENTE: INE 2000 PROGRAMA PARA LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MÉXICO 1996-2000. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

1.2 UNIVERSO DE LA GESTIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Para sobrevivir en un mundo de sustancias químicas, los seres vivos han desarrollado mecanismos que les permitan identificar y seleccionar para su aprovechamiento las que les son útiles, pero el mayor problema reside, en la actualidad, en que los mecanismos de defensa de los seres vivos y los procesos

de degradación, pueden llegar a verse rebasados ante el desarrollo de nuevos productos que se introducen al comercio y al ambiente, muchos de ellos con propiedades peligrosas, por lo cual se requiere fortalecer los mecanismos para lograr su manejo seguro y prevenir riesgos.

1.2.1 Respuestas gubernamentales

Uno de los objetivos más importantes de la gestión de materiales peligrosos es la protección a los trabajadores, a los consumidores, a la población en general y al ambiente; así como proporcionar información sobre las propiedades que hacen peligrosas a las sustancias, también las condiciones de exposición en las que pueden ocasionar riesgos, formas de prevención de éstos, inclusive en caso de accidentes. Aunado a lo anterior, se han establecido normas que fijan límites máximos permisibles de las sustancias tóxicas en productos de consumo, en el ambiente laboral, el aire, agua, suelos, y alimentos. También se aplica para el manejo de los materiales y residuos peligrosos, a todo lo largo de su ciclo de vida para crear condiciones de seguridad en su producción, almacenamiento, transporte, utilización, tratamiento y disposición final.

Así pues, de 12 millones de sustancias existentes en el planeta, cerca de 100 mil son productos comerciales, de los cuales unos tres mil constituyen el 90 por ciento del consumo mundial y alrededor de ocho mil están sujetos a la regulación de su etiquetado. En la actualidad, alrededor de 600 sustancias han sido prohibidas o restringidas en diversos países del mundo y alrededor de 15 son objeto de un procedimiento de notificación sobre su peligrosidad⁵.

1.2.2 Aspectos Relevantes sobre la gestión de materiales, residuos, y actividades altamente riesgosas en México

Esto tiene un carácter multisectorial y está sustentada en el sistema jurídico mexicano. En lo que se refiere a la gestión de los materiales peligrosos, está se realiza centrada en dos aspectos fundamentales:

- Regulación de la importación, exportación y el proceso de registro de plaguicidas.
- Regulación y control de proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, a fin de prevenir y reducir la contaminación ambiental, con un enfoque multimedios y dirigido a proteger la salud humana, a los ecosistemas, recursos naturales y calidad de los estratos ambientales (aire, agua y suelos).

En lo que respecta a las actividades altamente riesgosas, su gestión ambiental está basada en el concepto de que sólo se puede lograr de manera efectiva prevenir el riesgo de accidentes y minimizar sus efectos adversos, cuando ocurren si se desarrollan las siguientes acciones.

- Incremento de la seguridad en los procesos e instalaciones.
- Control de los usos de suelo
- Preparación de la respuesta a accidentes que ocurran en dichas actividades.
- Generación de datos que muestren que las empresas que realizan estudios de riesgo tienen menos accidentes que las que no lo hacen; Y que las que cuentan con programas para la

⁵ INE. 1996. PROGRAMA PARA LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MÉXICO 1996-2000. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.

prevención de accidentes, actas de siniestralidad, cuando llegan a sufrir algún siniestro, tienen menores consecuencias.

México, al igual que otros países, está llevando a cabo una evaluación de las distintas regulaciones de las que se dispone, considerando qué tan efectivas son para alcanzar los fines que se persiguen a un costo socialmente aceptable y sin caer en excesos regulatorios, como base del desarrollo de un proceso de mejora regulatoria. A continuación se mencionan una serie de problemas que se han identificado, que son prioritarios a superar:

1. Existe una regulación múltiple, en la medida que distintas secretarías legislan sobre los mismos aspectos, llegando en algunos casos a contradicciones lo que se ve reflejado en las resoluciones derivadas de procesos de inspección o verificación, lo cual conlleva a una falta de armonización en el concepto de riesgo, clasificación de materiales peligrosos, etc.
2. Por lo general, no se cuenta con personal, ni recursos técnicos y financieros suficientes, para dar seguimiento a los procesos a fin de verificar que se están logrando los objetivos que persigue la gestión.
3. Quienes están sujetos al cumplimiento de la ley, no la conocen o sólo le dan cumplimiento cuando son inspeccionados y sancionados.

Debido a estos problemas y sus graves consecuencias, la Ley Federal de Metrología y Normalización, introdujo mecanismos no regulatorios y costo-efectivos, de manera que se recurra a la normatividad obligatoria sólo en caso necesario y también se creó la obligación de incorporar en el proceso de desarrollo de la normatividad, a los actores y sectores interesados, así como de abrir a la consulta pública los proyectos de norma antes de su promulgación. A esto se agrega que aún cuando las empresas quieren dar cumplimiento a los ordenamientos legales, no encuentran el apoyo de sus trabajadores por falta de capacitación, o por resistencia a las medidas de seguridad y protección, por lo que se hace indispensable incorporar estas medidas como nuevos hábitos de comportamiento para sus trabajadores.

1.2.3 Contexto Internacional de la gestión de materiales, residuos y actividades altamente riesgosas⁶.

De acuerdo con la ley de tratados internacionales cuando se ha suscrito un convenio o acuerdo internacional que ha sido aprobado por el Congreso de la Unión y por el Poder Ejecutivo, este se convierte en ley nacional y debe de verse reflejado en las leyes, políticas y programas particulares de las dependencias a las que involucre (Ej. TLC y OCDE). Cuando el convenio o acuerdo internacional sólo fue firmado por el titular de una Secretaría, su cumplimiento es responsabilidad de ésta, a través de sus propias leyes, políticas y programas (Ej. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte).

⁶ CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1993. REGULACIÓN Y GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN MÉXICO, ENMARCADOS EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL, MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL.(SERIE MONOGRAFÍAS NO. 1)

CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1996. WORLDWIDE OVERVIEW OF HAZARDOUS WASTES. TOXICOLOGY AND INDUSTRIAL HEALTH, VOL. 12, NO. 2, PÁGS. 127-139.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la tierra), realizada en Brasil en 1992, México se adhirió a los principios contenidos, relativos al manejo ambientalmente adecuado de los materiales y residuos peligrosos.

El Foro Intergubernamental de Seguridad Química (FISQ), del cuál México ocupó la vicepresidencia al ser creado en 1994, está a cargo de promover la puesta en práctica de las disposiciones de la Agenda, para informar a la Comisión Sustentable. Asimismo, a su ingreso a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en 1994, se comprometió a incorporar en sus políticas, regulaciones y procedimientos administrativos, consideradas como decisiones vinculantes en los temas ambientales.

En el marco del tratado de Libre Comercio (TLC) y del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN), también se han establecido compromisos, en particular en el manejo de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables como el DDT, el clordano, los bifenilos policlorados, etc. Asimismo, se aceptó contribuir a crear un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para Norte América.

1.3 EXPERIENCIAS DERIVADAS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

La ignorancia acerca de las implicaciones de tirar los residuos por doquier sin ningún control, ha tenido como consecuencia situaciones graves de contaminación ambiental, sobre todo en los países o regiones más industrializados. Lo anterior ha traído consigo el deterioro de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento subterráneas o superficiales. A estos costos se suman los del monitoreo de contaminantes para determinar la magnitud del problema y priorizar las acciones de remediación, así como los derivados de dichas acciones. Los costos que han representado la evacuación e indemnización a poblaciones que inadvertidamente se asentaron sobre entierros de residuos peligrosos líquidos, conteniendo compuestos orgánicos volátiles, depositados inadecuadamente, como sucedió en Love Canal, en Estados Unidos de América o en Lekkerkerk, Holanda. Así también los casos de intoxicación humana en Japón, tanto por la descarga a la Bahía de Minamata de residuos industriales conteniendo mercurio, que fueron bioacumulados por los peces; La descarga de ríos mineros conteniendo cadmio, lo que contaminó cultivos de arroz y la intoxicación de los consumidores como resultado de los dos casos⁷,

1.4 SITIOS CONTAMINADOS Y PASIVOS AMBIENTALES POR RESIDUOS PELIGROSOS EN MEXICO⁸

La falta de infraestructura de servicios para el manejo ambiental de los residuos peligrosos, asociada a conductas irresponsables, ha traído consigo que gran número de estos residuos se viertan al drenaje, en barrancas, en tiraderos de basura a cielo abierto. En la actualidad no existe ningún mecanismo sistemático para la recolección de información relativa a los sitios potencialmente contaminados por

⁷ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DIC 2000

⁸ IDEM 3

residuos peligrosos en el país, por lo cuál la procuraduría de Protección al Ambiente (Pofepa), se ha dado a la tarea de promover estudios para contar con un diagnóstico nacional en la materia. La mayor parte de la información al respecto es obtenida a través de la verificación o de auditorias ambientales promovidas por este organismo; de las ciudadanías; de la ocurrencia de incidentes desafortunados de afectación o muerte de seres humanos expuestos a residuos abandonados; o bien de medios de información.

1.5 ENFOQUES E INSTRUMENTOS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS PARA LA PREVENCION Y REDUCCION DE RIESGOS

• Elementos sobresalientes de la política ambiental en la materia

1) Principios

Principio de proximidad: los residuos deberán manejarse tan cerca de la fuente generadora como sea posible, tanto por razones de seguridad como de costos.

Principio de precaución o cautela: centrado en el concepto de que desde la perspectiva ambiental es mejor prevenir que remediar y en la necesidad de desarrollar medidas de intervención ante la sospecha de un riesgo significativo para la salud y el ambiente, aun cuando no se cuente con evidencias irrefutables del riesgo.

Principio del que contamina paga: el cual atribuye la responsabilidad de remediación de los daños o restauración de los sitios contaminados a quien ocasione tales daños o provoque la contaminación como consecuencia del manejo o disposición inadecuados de los residuos peligrosos.

2) Enfoques. Estos enfoques de la política están basados en la consideración de que la generación de residuos de toda índole y la disposición final de aquellos que aún tienen valor económico, representan entre otros, una pérdida económica y una amenaza para el ambiente y la salud.

1.6 COSTOS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS

a) Para la empresa generadora:

- Pérdida de materia prima como residuo
- Pago de sanciones
- Pago de limpieza de sitios contaminados
- Pago de compensaciones
- Deterioro de los suelos
- Contaminación del agua
- Daños a la salud, a la flora y fauna

b) Para la sociedad:

- Pérdida económica. En la medida que se están desperdiciando materiales cuya producción implica presiones significativas sobre los recursos naturales para generarlos (consumo de energía y agua para transformarlos) y la sociedad por entero está incurriendo en gastos desmedidos para sufragar los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final.
- Amenaza para el ambiente y la salud, si su manejo se realiza en forma inadecuada provocando la contaminación de suelos y cuerpos de agua con el riesgo consecuente de deterioro de su capacidad de sustentar la vida y para quienes se expongan a los agentes peligrosos contenidos en los residuos.

- La reducción de la generación, así como el reuso, reciclado o regeneración de los residuos, suelen constituir un ahorro y una oportunidad, al mismo tiempo se crean fuentes de ingreso y de empleos.

1.7 OPORTUNIDADES ASOCIADAS A LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS⁹

Las oportunidades identificadas se enuncian a continuación:

- Más materia prima se convierte en producto
- Creación de sinergias de empresas que comparten residuos peligrosos reciclables.
- Se recupera el valor económico y calorífico de residuos reciclables
- Se economiza energía
- Creación de negocios y empleos
- Obtención de la certificación ISO-14000
- Ecoeficiencia

En base a lo antes expuesto, la política ambiental en materia de residuos peligrosos (la cual puede también ser aplicable a los residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos), identifica como la principal prioridad evitar su generación y en segundo lugar llevar a cabo su reuso, reciclado o regeneración; El tratamiento constituye la tercera opción y tiene como propósito destruirlos o reducir su volumen y peligrosidad. El confinamiento es considerado como la última alternativa y sólo para aquellos residuos que no pueden ser manejados de otra manera. En particular, se promueve la creación de lugares estratégicos, de centros o sistemas de manejo integral y aprovechamiento de residuos industriales (CIMARI o SIMARI), los cuales pueden ofrecer una gama diversa de servicios de reciclado, tratamiento e incluso, pero no necesariamente de confinamiento.

Es importante resaltar el hecho de que toda materia prima que no se convierte en producto en una industria representa una pérdida y un mal negocio. A los países industrializados les ha llevado más de veinte años inclinar la balanza hacia el reciclado y la transformación térmica de los residuos con recuperación de energía, mediante el empleo de una gran variedad de instrumentos de gestión e inversión de recursos, para poder en los primeros años del siguiente siglo limitar el confinamiento a un volumen reducido de residuos estabilizados. Ante estas circunstancias es urgente para México concentrar sus esfuerzos en los programas de minimización de la generación y en el aprovechamiento del valor de los residuos reciclables.

⁹ INE. 1993. RESIDUOS PELIGROSOS EN EL MUNDO Y EN MÉXICO. SERIE MONOGRAFÍAS NO. 3. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. (CORTINAS DE NAVA C. Y VEGA S. AUTORAS Y COMPILADORAS).
 INE. 1994. BASES PARA UNA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL.
 INE. 1994. PREVENCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA EN CASO DE ACCIDENTES QUÍMICOS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL.
 INE. 1995. RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. (GARFÍAS F.J. Y BAROJAS WEBER L. EDITORES).

1.7.1 Identificación de las oportunidades de minimización y manejo integral de residuos en las pequeñas y medianas empresas

Con el propósito de apoyar a las pequeñas y medianas empresas a cumplir con la normatividad, se han desarrollado una serie de manuales para identificar oportunidades de minimizar la generación de residuos peligrosos y lograr su manejo integral en las industrias medianas y pequeñas. Dichos manuales fueron elaborados con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana GTZ/TUV-ARGEMEX, en el marco del convenio de cooperación establecido con la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM).

A la fecha, se han desarrollado manuales para apoyar a las industrias para identificar oportunidades de minimización de residuos peligrosos en pequeñas y medianas empresas. Se espera que en estas empresas intervengan en los programas voluntarios las universidades tecnológicas ó instituciones de educación superior para apoyarles a través de sus estudiantes en la aplicación de los manuales.

1.8 CICLO DEL MANEJO DE RESIDUOS

El desafío consiste en lograr que la mayor parte de los generadores de residuos peligrosos cumplan con la obligación de dar un manejo ambiental adecuado a sus residuos, manteniendo al mismo tiempo su competitividad.

1.8.1 Factores a considerar en la planeación de los programas de reciclado de residuos

- Orientación a los generadores de residuos para que identifiquen los potencialmente reciclables y los separen de los que no lo son.
- Creación de la infraestructura necesaria (transporte, acopio, empresas recicladoras) para establecer las redes de reciclado.
- Identificación y promoción de los mercados para los productos reciclados, materiales secundarios o energía cogenerada.
- Difusión de las oportunidades de reciclado.
- Vínculo entre empresas para compartir residuos reciclables.
- Desarrollo de programas de capacitación en apoyo a las actividades de reciclado.
- Desarrollo de programas de educación al público en cuanto a reciclado.

> Líneas Estratégicas de Acción

- Mejora de la regulación y cumplimiento de la misma.
- Desarrollo racional de la infraestructura.
- Mecanismos estables y activos de participación intersectorial.
- Información pertinente y de calidad.
- Educación y capacitación para la acción.
- Comunicación efectiva con los diversos sectores sociales.

- **Responsabilidades de los generadores y manejadores de residuos peligrosos**

- **Autoridades gubernamentales:** establecer las políticas, regulaciones y disposiciones administrativas para su gestión ambientalmente adecuada, así como verificar el cumplimiento de las mismas.
- **Generadores:** realizar esfuerzos para prevenir la generación, adoptar las medidas de eliminación ó minimización, mediante el reuso o reciclado y lograr todas las fases de su ciclo de vida hasta su disposición final.
- **Empresas de servicios de manejo:** cumplir con las disposiciones normativas de servicio.
- **Entidades de educación e investigación:** contribuir a la formación de los recursos humanos y a la generación de los conocimientos necesarios para lograr su gestión ambiental integral.
- **Asociaciones Profesionales:** diseño, desarrollo y promoción de políticas y programas de minimización y manejo de residuos.
- **Organizaciones de Interés Social:** contribuir a difundir y aplicar los conocimientos acerca de los residuos.
- **Trabajadores implicados en su manejo:** proteger la salud y prevenir la exposición en ambientes laborales
- **Medios de comunicación:** transmitir información fidedigna, objetiva y confiable.

1.9 ASPECTOS CLAVE DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS

- Elaboración y actualización continúa de los inventarios de generación e infraestructura de manejo de residuos.
- Establecimiento de disposiciones regulatorias (procedimientos efectivos de promoción y verificación de las mismas).
- Creación de una infraestructura adecuada para el almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y confinamiento, tan cerca de las fuentes generadoras de residuos peligrosos como sea posible.
- Desarrollo continuo de programas de capacitación de funcionarios gubernamentales, operadoras de las plantas generadoras de los residuos peligrosos y de las empresas que brindan servicios.
- Fomento de programas de divulgación y educación pública para apoyar los programas de minimización y manejo de residuos.

1.10 MARCO INSTITUCIONAL DE LA GESTION AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO

La autoridad responsable de la gestión de los residuos peligroso en México, es la SEMARNAP ahora SEMARNAT, de la cual dependen dos órganos desconcentrados que tienen competencia en la materia, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Al INE corresponde el desarrollo de las disposiciones regulatorias en las que se sustenta el control de los residuos peligrosos, así como la emisión de autorizaciones a las empresas que brindan servicios para su manejo. En lo que se refiere a las descargas al agua, las empresas deben registrarse y obtener los permisos correspondientes de la Comisión Nacional del Agua (CNA), que es otro de los órganos desconcentrados de la SEMARNAT. En la siguiente figura se dan a conocer las autorizaciones otorgadas por el INE a las instalaciones que brindan servicio de manejo de residuos peligrosos.

FIGURA 1.2. AUTORIZACIONES EMITIDAS POR EL INE A LAS INSTALACIONES QUE BRINDAN SERVICIOS DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

TIPO DE AUTORIZACIÓN	DIRECCIÓN GENERAL QUE LA EMITE
Autorización de la manifestación del Impacto Ambiental	Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental
Licencia de funcionamiento	Dirección General de Regulación Ambiental
Autorización de Manejo de Residuos Peligrosos	Dirección General de Materiales, Residuos, y Actividades Riesgosas.
Guías Ecológicas para la Importación y Exportación de Residuos Peligrosos	Dirección General de Materiales, Residuos, y Actividades Riesgosas.

FUENTE: INE 2000

También al INE corresponde recibir la información sobre el manejo de los residuos peligrosos que de acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de residuos peligrosos, deben de proporcionar tanto los generadores, como las empresas de servicios. La verificación de que los residuos peligrosos lleguen a su destino final, y se manejan de principio a fin de manera segura y ambientalmente adecuada, es el eje central de su gestión.

A la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y a sus delegaciones en las entidades federativas, corresponde verificar el cumplimiento de la normatividad en materia de manejo de residuos peligrosos, así como fomentar el desarrollo de auditorías ambientales que faciliten a los generadores la identificación de oportunidades para minimizar la generación de residuos.

1.10.1 Avances en la regulación de los residuos peligrosos en México¹⁰

Las disposiciones legales que permiten la regulación y el control de los residuos peligrosos en México. Son aquellas que están contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), modificada en diciembre de 1996, en su reglamento en materia de residuos peligrosos, publicado en 1988 y que requiere ser actualizado así como en 8 normas oficiales mexicanas (NOM). Normas oficiales mexicanas sobre residuos peligrosos vigentes que se mencionan a continuación¹¹ en la siguiente figura:

¹⁰ INEGI – SEMARNAT. 2000. ESTADÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE MÉXICO

¹¹ SEDESOL, DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, MÉXICO, DE LAS SIGUIENTES FECHAS: 7 DE FEBRERO DE 1984, 19 DE ENERO DE 1987, 28 DE ENERO DE 1988, 25 DE NOVIEMBRE DE 1988, 3 DE MAYO DE 1989, 6 DE ABRIL DE 1990, 9 DE AGOSTO DE 1991, 15 DE NOVIEMBRE DE 1991, 26 DE JUNIO DE 1992, 1º DE JULIO DE 1992, 31 DE DICIEMBRE DE 1992, 7 DE ABRIL DE 1993, 22 DE OCTUBRE DE 1993, 5 DE NOVIEMBRE DE 1993.

FIGURA 1.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS VIGENTES

NORMA	POSTULADO
NOM 052 ECOL-1993	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuos peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM 053 ECOL-1993	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso.
NOM 054 ECOL-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligrosos
NOM 055 ECOL-1993	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados, al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radioactivos.
NOM 056 ECOL-1993	Establece los requisitos para el diseño, construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado.
NOM 057 ECOL-1993	Establece los requisitos que deben observarse en el diseño y construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado.
NOM 058 ECOL-1993	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado
NOM 087 ECOL-1995	Establece los requisitos para la separación. Envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.

FUENTE: ORTIZ MONASTERIO, FERNANDO; CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; MAFFEY GARCÍA, LOURDES. 1987. MANEJO DE LOS DESECHOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MÉXICO. MÉXICO: UNIVERSO VEINTIUNO.

Cuando surgió la normatividad sobre los confinamientos en 1988, se trató de recoger en ella la experiencia de otros países, en particular la derivada de la práctica común en el pasado de confinar residuos líquidos de compuestos orgánicos volátiles, lo cual trajo consecuencias desastrosas; por ello, en México no se permite dicho tipo de confinamiento. A la vez, se trató de evitar que las poblaciones se acercaran demasiado a los confinamientos por lo cual se estableció una distancia de 25 Km. Entre ellos y los centros de población de más de 10 mil habitantes. En lo que respecta a la NOM-087, su carácter es preventivo y su principal objetivo es evitar el riesgo de infección y transmisión de enfermedades infecciosas durante el manejo de residuos biológico-infecciosos. Se encuentran en desarrollo otra serie de NOMs., entre las cuales se destacan en la siguiente figura:

FIGURA 1.4. ANTEPROYECTOS DE NOMS SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS

NORMA	ESTADO ACTUAL
NOM 101-ECOL, que establece los requisitos y especificaciones para el manejo de lubricantes usados	Se encuentra en revisión
NOM xxx ECOL, que establece las características y especificaciones para el manejo de bifenilos policlorados	Fue firmado por el comité respectivo
NOM xxx ECOL, que regula la incineración de residuos, provenientes de cualquier actividad en su operación y las emisiones, descargas y productos sólidos de la combustión al ambiente	Se presentará a la comisión respectiva

FUENTE: ORTIZ MONASTERIO, FERNANDO; CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; MAFFEY GARCÍA, LOURDES. 1987. MANEJO DE LOS DESECHOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MÉXICO. MÉXICO: UNIVERSO VEINTIUNO.

Es preciso resaltar la oportunidad que se brinda a México de aprovechar las experiencias exitosas de otros países en el empleo de instrumentos no regulatorios para alcanzar los objetivos de las prácticas sobre residuos peligrosos.

1.10.2 Programas de mejora regulatoria

Para dar cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, ha sido preciso establecer un programa de desregulación orientado a revisar y mejorar las disposiciones normativas vigentes, a fin de impulsar la creación de empleos del sector productivo nacional y la competitividad de las empresas en el nuevo entorno internacional. Se encuentra en revisión todo el marco regulatorio, en el que se sustenta la gestión de los residuos peligrosos, para agilizar trámites federales en función de criterios de legalidad, eficiencia y optimización de tiempo y recursos. Se está poniendo especial cuidado a los requisitos de información, así como al esfuerzo de coordinación intrasecretarial que se realiza a través del establecimiento de la Licencia Ambiental Única, que simplifica los trámites para la obtención de diversas autorizaciones.

1.10.3 Códigos ó Programas Voluntarios

Entre los instrumentos no regulatorios que se han adoptado se encuentran diversos convenios voluntarios para promover la autorregulación. Los códigos o programas que pueden apoyar la instrumentación de las políticas son:

- Programa de responsabilidad integral de la industria química
- Programa de protección ambiental y competitividad industrial establecido por SEMARNAT, CONCAMIN.
- Programa de auditorías ambientales
- Programa de gestión ambiental de la industria en México
- Certificación del cumplimiento de las normas voluntarias de la serie ISO 14000

1.11 INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS¹² (DESARROLLADO EN EL CAPITULO 6)

- Número de empresas que manifiestan la generación de residuos peligrosos.
- Volumen de residuos peligrosos manifestados, transportados, residuos que reciben tratamiento en empresas autorizadas, residuos reciclados, residuos empleados como combustible alterno.
- Número de empresas que brindan servicios de manejo de residuos peligrosos
- Convenios voluntarios para desarrollar programas de minimización y manejo de residuos.
- Reducción de generación de residuos o incremento del reciclado en empresas
- La distancia recorrida en el transporte de los residuos hacia su destino final.

¹² INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DIC 2000

CAPITULO 2

BASES CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

La creciente industrialización de México ha provocado el incremento de los residuos peligrosos en un nivel que aún no se puede cuantificar con exactitud. La legislación sobre el tema permaneció estancada durante mucho tiempo, el suficiente como para permitir que el problema se agudizara y requiera de acciones urgentes. En este ámbito surgen las leyes que regulan actualmente la materia. A continuación se describe una serie de conceptos importantes para el análisis de este problema.

2.1 CONTAMINACIÓN

La contaminación es el resultado del desfase en la relación consumo de energía y explotación de mano de obra y materias primas, bajo un esquema de despilfarro y desperdicio. Es la forma en que se expresa la ineficiencia de los esquemas de producción, en los que no se toma en cuenta el valor del sustento natural y los mecanismos de ahorro indispensables para la subsistencia de este proceso. Así pues, uno de los más graves problemas es lo que sobra, es decir: los residuos, que son reflejo de la ineficiencia del sistema productivo.

2.1.1 Problemática de la contaminación

También se puede considerar a los residuos como uno de los factores que, en el nivel mundial, pueden ser causa del conflicto espacial, territorial. Tenemos que preguntarnos: ¿Qué superficie será necesaria para ser destinada como espacio para "depositar" residuos, y quién quiere ser el vecino del "patio trasero"?; ¿cómo resolver el conflicto entre utilizar el suelo y el subsuelo como depósito de residuos o como un elemento susceptible de ser aprovechado a otros fines; ¿quién paga el costo de destino de estas áreas para este objeto?; ¿quién pagará el costo de su "limpieza" en el momento en que sean requeridos para otros fines?; ¿cuáles serán los mecanismos para este cambio de uso del suelo?

2.1.2 Material peligroso

Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos, que independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

2.1.3 Definición de Residuo y Residuo Peligroso (RP)¹³

Residuo es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. Los residuos se entienden como el remanente del sistema productivo, si son susceptibles de ser reciclados, generan lo que podemos denominar la nueva industria ambiental del

¹³ LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, 8° ED., MÉXICO, PORRÚA, 1993, 577PP.

reciclaje y la reutilización. Sin embargo, muchos de ellos no pueden ser objeto de este proceso y se convierten en un problema.

- **Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.
- **Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
- **Restauración:** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Se puede decir que algunos de los problemas jurídicos que se relacionan con el tema de los residuos son:

- Esquema de propiedad incompleto, que se deriva de la naturaleza jurídica del residuo. En otras palabras, ¿quién es dueño de la basura?
- Al ser bienes abandonados, se traslada al Estado la responsabilidad de su manejo, como prestador del servicio público de limpia y recolección de basura.
- No se encuentra responsabilidad legal para el generador.
- Problema de costos, que se resume en el principio de quien contamina paga, y los costos derivados de la selección, traslado y destino final de los residuos.
- Usos del suelo, y ambientalmente, la selección de sitios de destino final, que se relaciona con la titularidad, destino y ubicación de los sitios seleccionados.
- Prevención de los riesgos para la salud del ser humano y para el ambiente, especialmente cuando se refiere a los residuos peligrosos.

Los residuos, por los efectos que generan, pueden ser vistos como:

- > Residuos susceptibles de reciclaje o reutilización.
- > Residuos no reciclables y reutilizables.
- > Residuos peligrosos, que pueden ser de los dos tipos anteriores.

El problema de los residuos peligrosos, desde el punto de vista jurídico, es que todos los mecanismos de control se dan en una aceptación tácita y generalizada desde el esquema legal de su existencia; pocos son los mecanismos de control para evitar su generación, y casi nulos los mecanismos de ahorro y eficiencia en el sector que los genera.

2.1.4 Clasificación de los residuos como peligrosos

La clasificación de un residuo como peligroso es una de las etapas más trascendentales de la gestión de los residuos, ya que de ella parte el que los que así se clasifiquen se sometan a un control más riguroso con el propósito de incrementar la seguridad en su manejo y prevenir o reducir sus riesgos para la salud o el ambiente. Ello significa que los costos de su manejo se incrementarán y recaerán tanto en quienes los generan, como en las autoridades que deben establecer su regulación; por ende dichos costos recaen en la sociedad, por el aumento de los costos de los productos de consumo que producen las empresas generadoras, a través del pago de impuestos. Por ahora no existe una estandarización en la clasificación de los residuos a nivel internacional, aunque están basadas en criterios paralelos, como los volúmenes de generación y las condiciones de formas de manejo.

La LGEEPA, en su artículo 3, fracción XXXII, define como residuo peligroso a:

“Todos aquellos residuos en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente”. La caracterización de residuos se observará en las siguientes figuras:

Figura 2.1 Características de un residuo peligroso

Figura 2.2 Residuo ¿Cuándo es reactivo y explosivo?

RESIDUOS PELIGROSOS

CARACTERÍSTICAS:

C	ORROSIVIDAD
R	EACTIVIDAD
E	EXPLOSIVIDAD
T	OXICIDAD
I	INFLAMABILIDAD
B	IOLOGICO INFECCIOSAS

Dames & Moore de Mexico

¿CUANDO ES CORROSIVO?

- Si tiene $2.0 \geq \text{pH} \geq 12.5$
- si a 55°C corroe el acero (SAE 1020) a 6.35 mm/año

¿REACTIVO?

Quando a 25°C y 1 atm

- polimeriza o combina violentamente sin detonación
- con agua a 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente
- posee cianuros o sulfuros y a un pH de 2.0 y 12.5 genera 50 mg HCN/kg ó 500 mg H₂S/kg
- puede producir radicales libres

Dames & Moore de Mexico

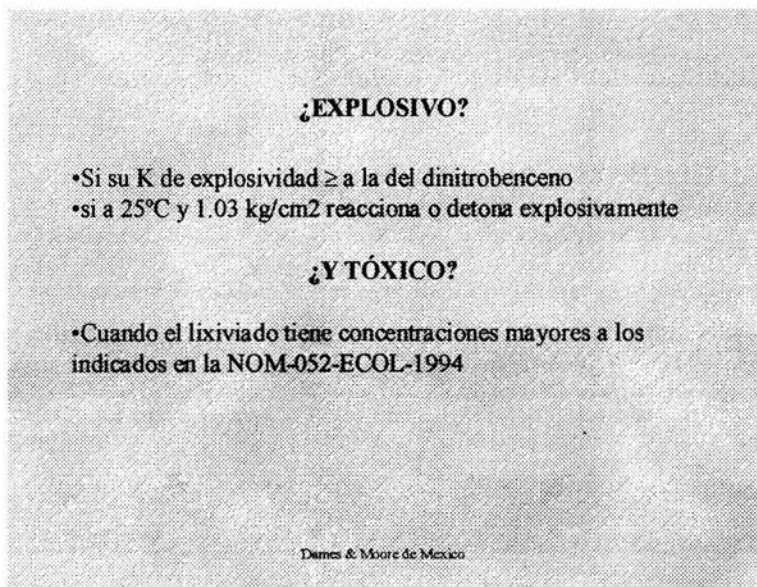


Figura 2.3. Residuo ¿CUANDO ES EXPLOSIVO Y TOXICO?

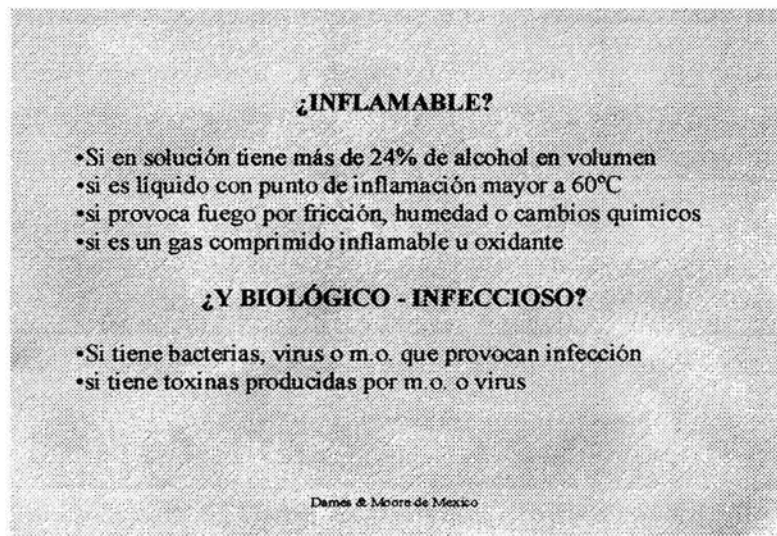


Figura 2.4. Residuo ¿CUANDO ES INFLAMABLE Y BIOÓGICO INFECCIOSO?

FUENTE: DAMES & MOORE DE MEXICO,

IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

PARA CONOCER Y DAR A CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS DE RIESGOS QUIMICOS, FISICOS Y TOXICOLOGICOS

Se pueden utilizar dos sistemas de identificación de los materiales y residuos peligrosos (NOM-114-STPS-1994)

Nombre de la sustancia	
Riesgos a la salud	#
Inflamabilidad	#
Reactividad	#

Equipo de protección personal G

Riesgo especial

Sistema HMIS
Hazardous Materials Identification System



Sistema NFPA
National Fire Protection
Association

Dames & Moore de Mexico

Figura 2.5. Identificación de los residuos peligrosos

FUENTE: DAMES & MOORE DE MEXICO

2.2 PELIGRO Y RIESGO PROVOCADO POR LOS RESIDUOS

La gestión de riesgo y peligro de residuos requiere de la participación de profesionales de distintas disciplinas, así como la obtención, análisis y evaluación ponderada de diferentes tipos de datos, poniendo en claro la complejidad de la demostración de los riesgos que pueden derivar del manejo de los residuos, particularmente los considerados como peligrosos. Basándose en estas consideraciones enfatizan un enfoque preventivo, que muestra que es más barato prevenir que remediar, y que se puede evitar la generación de residuos y establecer sistemas de control efectivos.

FIGURA 2.6. DEFINICIONES DE PELIGRO Y RIESGO

DEFINICIÓN DE PELIGRO
"Peligro es una propiedad inherente o intrínseca de las sustancias o agentes biológicos contenidos en los residuos, que les dota de características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o infecciosas".
DEFINICIÓN DE RIESGO
"El riesgo se define como la probabilidad de que un residuo peligroso produzca un efecto adverso o dañino en función de la exposición" En caso de materializarse el riesgo, la magnitud o intensidad del efecto o del daño dependerá del número de individuos que puedan ser afectados, tanto actualmente como en el futuro.

FUENTE: DGMRRAR. INE. 1999. EVOLUCION DE LA POLITICA NACIONAL DE MATERIALES PELIGROSOS, RESIDUOS Y ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS. ED. ENKINDU

Para que un residuo pueda considerarse como un riesgo no basta con que presente propiedades que lo hagan peligroso, para ello, se requiere que entre en contacto con los posibles receptores (seres humanos, flora, fauna o materiales) en una cantidad y durante un tiempo suficiente para que ejerza sus efectos indeseables. Se considera que el riesgo de las sustancias peligrosas es función de la exposición a ellas, es decir depende de la forma en que se manejen, por lo que puede ser prevenido o reducido.

2.2.1 Condiciones de exposición a los residuos tóxicos y biológico-infecciosos que representan un riesgo

En el caso de los residuos químicos tóxicos, la exposición depende de la concentración o dosis de la sustancia tóxica contenida en el residuo que entra en contacto o ingresa en el organismo del individuo receptor, así como el tiempo de exposición y la frecuencia con la que ocurre. En el caso del riesgo de residuos biológico-infecciosos necesitan reunir las siguientes condiciones:

- Que estén vivos.
- Que sean infecciosos y virulentos.
- Que se encuentren en una cantidad o dosis infecciosa.
- Que encuentren una vía de ingreso al organismo en contacto.
- Que los individuos expuestos sean susceptibles y carezcan de defensas.

2.2.2 Evaluación del peligro de las sustancias tóxicas

Para evaluar la peligrosidad de las sustancias contenidas en los residuos, desde la perspectiva de su toxicidad, se ha recurrido a una gran variedad de pruebas de laboratorio, realizadas en distintos organismos, para determinar los posibles efectos adversos agudos o crónicos que generan y la relación entre la dosis y la respuesta.

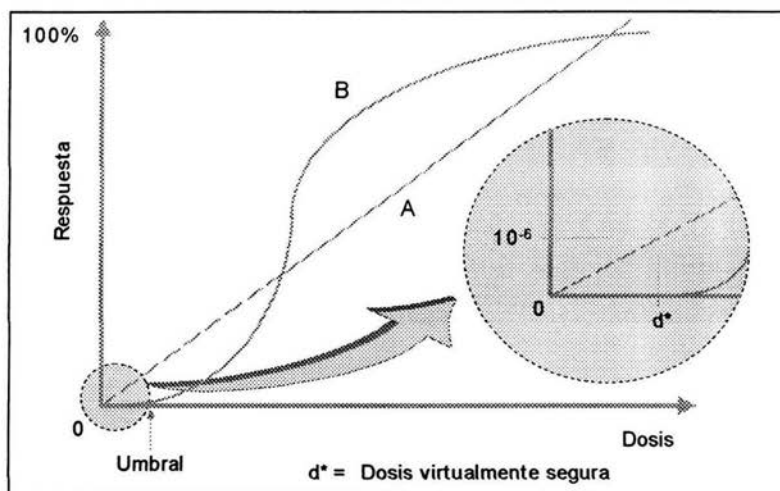
Según este estudio, las sustancias se clasifican en:

a) Mutagénicas y cancerígenas: sustancias con capacidad de producir daño genético o cáncer, las cuales, se sospecha que a cualquier dosis pueden producir un efecto. Suele determinarse el nivel de exposición admisible en términos de individuos expuestos que pueden llegar a padecer cáncer y suele fijarse en uno en un millón (1×10^{-6}).

b) Tóxicas no cancerígenas: las dosis de estas sustancias no tiene efecto observable. Se determina la dosis de referencia (*drf*) tomando como punto de partida la dosis que no produce efectos adversos observables (NOAEL por sus siglas en inglés) y se establece un margen de seguridad. En otras palabras, los límites máximos permisibles tendrán un mayor margen de seguridad entre sustancias menos potentes (producen curvas dosis-respuesta con umbrales más amplios y pendientes menos pronunciadas), que en el caso de las más potentes (tienen curvas de umbral pequeño y una pendiente acentuada o casi vertical).

Las pruebas para caracterizar la peligrosidad de las sustancias proporcionan información de gran valor sobre los tipos de efectos que pueden producir y las formas que pueden adoptar las curvas dosis-respuesta, para distinguir aquellas de tipo lineal (como las de los cancerígenos), que sugieren que a toda exposición corresponde una respuesta proporcional a la dosis, de las que presentan un umbral que indica que por debajo de cierta dosis los mecanismos de defensa o de homeostasis de los organismos evitan el daño y que muestran que una vez superados, la respuesta va creciendo conforme aumenta la dosis (figura 2.7).

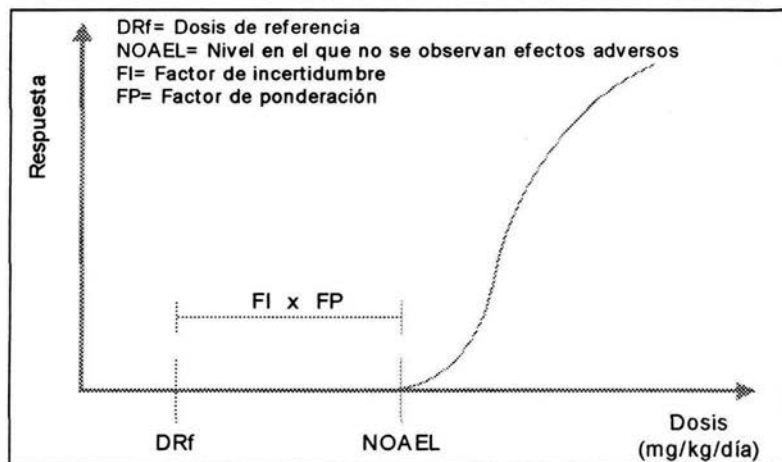
Figura 2.7. Relación dosis–respuesta para una sustancia cancerígena (A) y para una sustancia no cancerígena (B)



FUENTE: STOKINGER HERBERT E., 1972. CONCEPT OF THRESHOLDS IN STANDARD TESTING. ARCH. ENVIRON. HEALTH. 26, 156.

En el primer caso, para fijar límites permisibles se estima la dosis considerada virtualmente segura (d^*), que para las sustancias cancerígenas sería aquella que provoca un solo caso de cáncer en un millón de individuos expuestos. En el segundo caso, la identificación de la dosis que no produce un efecto adverso observable (NOAEL por sus siglas en inglés) es de gran utilidad para la determinación de las dosis de referencia (DRf) que son la base para el establecimiento de límites máximos permisibles de las sustancias no-cancerígenas, así como para la caracterización de sus riesgos (figura 2.8).

Figura 2.8. Dosis de referencia (DRf)



FUENTE: STOKINGER HERBERT E., 1972. CONCEPT OF THRESHOLDS IN STANDARD TESTING. ARCH. ENVIRON. HEALTH. 25, 155.

En el caso de sustancias como el cianuro, antes citado, por su gran potencia dan lugar a curvas dosis–respuesta con un umbral pequeño y una pendiente casi vertical. Otras sustancias, como el tolueno, tienen umbrales más amplios y curvas más acostadas que indican su menor toxicidad. Dado el costo de la realización de las pruebas de laboratorio, su complejidad y duración, cuando se requiere saber de manera rápida cual es el potencial de peligro de una sustancia, se puede utilizar el enfoque centrado en la determinación de la relación entre su estructura molecular y su actividad, basado en el conocimiento de cuáles son los componentes de las moléculas de las sustancias tóxicas conocidas (radicales y átomos unidos por dobles enlaces, entre otros.) que intervienen más frecuentemente en la producción de lesiones.

En la siguiente figura se muestra, la diferencia de potencia entre sustancias tóxicas, para ilustrar aquellas cuya exposición puede ocasionar la muerte del cincuenta por ciento de los animales expuestos, pero cuya dosis varía en magnitud, siendo más potente la que produce el efecto a la menor dosis.

Figura 2.9. Comparación entre la potencia de distintas sustancias tóxicas

Agente Químico	Dosis letal Media (DL ₅₀) para ratas (mg/Kg.)
Cianuro	3
Acetato de fenil mercurio	30
Dieldrín	45
Pentaclorofenol	50
DDT	113
Naftaleno	1780

FUENTE: STOKINGER HERBERT E., 1972.

2.2.3 Destino y transporte de las sustancias tóxicas en el ambiente

Diferentes propiedades físicas y químicas de las sustancias tóxicas contenidas en los residuos peligrosos influyen en su destino y transporte en el ambiente y, por lo tanto, pueden contribuir a disminuir o incrementar sus riesgos entre ellos, se mencionan:

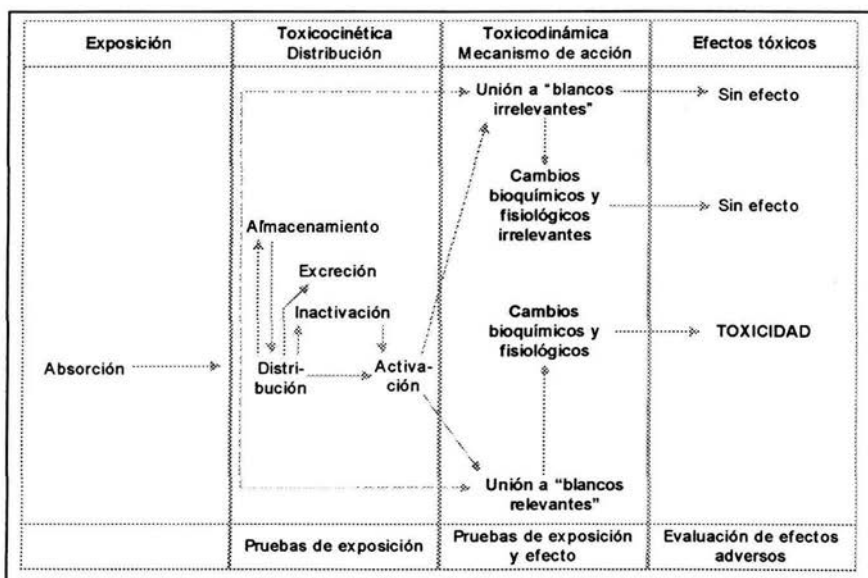
1. La solubilidad de las sustancias en distintos medios puede contribuir a su movilización de los sitios en las que se encuentran hacia los cuerpos de agua. La presencia de disolventes orgánicos puede contribuir también a movilizar residuos que contienen compuestos orgánicos no solubles en agua. A la vez, la presencia de cianuro puede favorecer la solubilización y movilización de metales.
2. La volatilidad o presión de vapor de un residuo lo puede convertir en un contaminante potencial del aire.
3. La persistencia, que es la conservación de las sustancias tóxicas en el ambiente sin perder sus propiedades.
4. Capacidad de bioacumulación, que depende de la solubilidad de las sustancias en los lípidos que forman parte de las membranas celulares, pues a medida que aumenta, su capacidad de penetrar al cuerpo de los organismos vivos crece, así como su capacidad de acumularse en el tejido adiposo.

Otros fenómenos que influyen en la movilización y potencial de riesgo de las sustancias tóxicas contenidas en los residuos, son la adsorción/desorción que restringe o facilita, el movimiento de los residuos orgánicos o inorgánicos en el suelo o sedimentos.

2.2.4 Destino de las sustancias tóxicas en los organismos vivos

No todas las sustancias pueden atravesar las barreras naturales de los organismos al paso de agentes exógenos a su interior, como son la piel y los tegumentos. Las sustancias tóxicas que logran ingresar a los organismos pueden seguir dos caminos, uno en el cual diferentes mecanismos entran en acción, para hacerlas no tóxicas, más solubles en agua y eliminarlas, ó bien reubicarlas en lugares donde no causarán daño. Otro camino, por el contrario, puede llegar a favorecer que entren en contacto con sitios vulnerables a los cuales pueden afectar interfiriendo con procesos vitales y conduciendo a la producción de efectos tóxicos. En la figura 2.10 se esquematiza el destino y reacciones de las sustancias tóxicas en los organismos vivos.

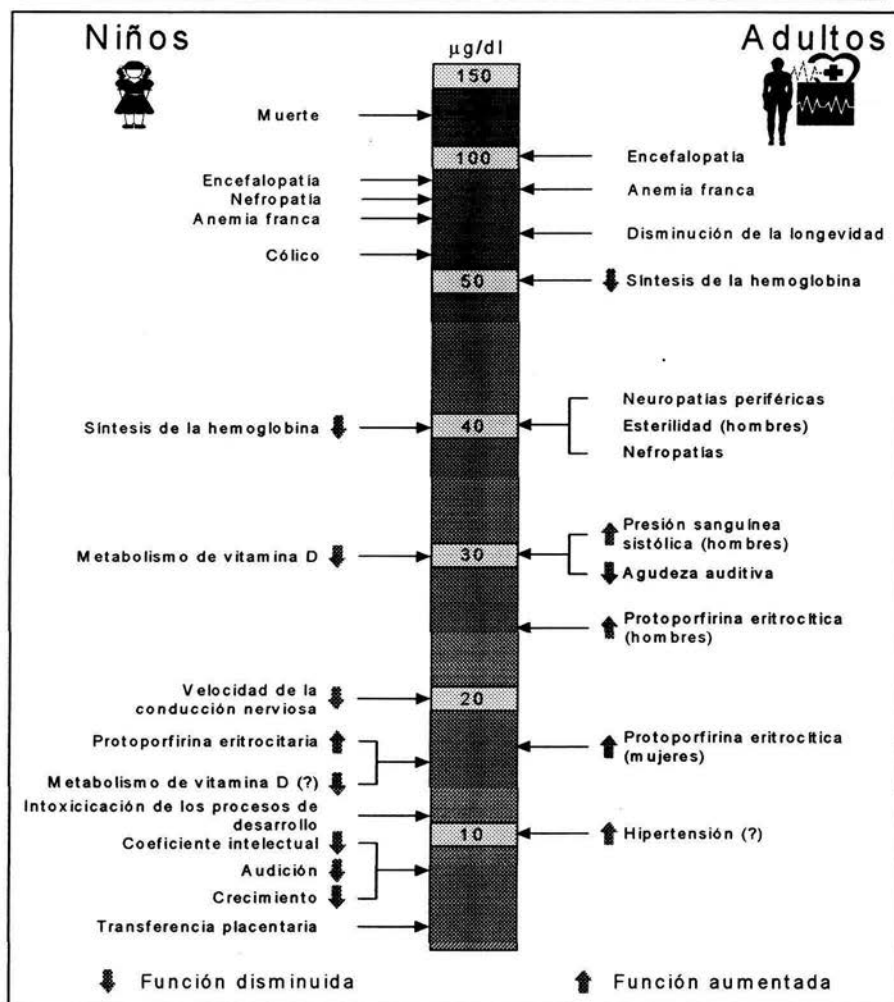
Figura 2.10. Destino y reacciones de las sustancias en los organismos y pruebas para determinar exposición y efectos



FUENTE: INE 2000

Es importante mencionar que los individuos de una misma población (humana, animal o vegetal) pueden variar la susceptibilidad a los agentes tóxicos, por ejemplo los niños pueden carecer durante su etapa de desarrollo infantil de enzimas detoxificantes ó bien pueden ser afectados durante su desarrollo por la sustancia y se ilustra en la figura 2.11.

Figura 2.11. Diferencias en la sensibilidad de niños y adultos a los efectos tóxicos del plomo



NOTA: LOS NIVELES DEL DIAGRAMA NO INDICAN NECESARIAMENTE LOS NIVELES MÁS BAJOS EN LOS CUALES EL PLOMO EJERCE SUS EFECTOS, SINO AQUELLOS EN LOS CUALES LOS ESTUDIOS HAN DEMOSTRADO LA PRODUCCIÓN DE EFECTOS EN FORMA ADECUADA.
FUENTE: ATSDR, 1992.

Es por las razones antes mencionadas, que las medidas preventivas o de reducción de riesgos suelen enfocarse en primer lugar a proteger a los individuos más sensibles de la población. En la figura 2.12 se resumen algunos de los efectos que pueden llegar a producir sustancias tóxicas y se ejemplifica el hecho de que ha sido en el ambiente laboral en donde principalmente y desde hace años han proliferado enfermedades cuando se dan las condiciones de exposición que las convierten en un riesgo.

FIGURA 2.12. EFECTOS SOBRE LA POBLACION, QUE PUEDE LLEGAR A PRODUCIR LA EXPOSICION Y A DOSIS CONTINUAS DE SUSTANCIAS TOXICAS¹⁴

EFECTO	SUSTANCIA TOXICA
Irritación de piel/cáncer	Asfalto (compuestos contenidos en el)
Leucemia	Benceno
Cáncer de Vejiga	Bencidina
Efectos neurológicos	Metilmercurio
Toxicidad en pulmones	Nitroolefinas
Efectos depresivos	Tricloro etileno
Hepatitis	Tricloro etileno
Locura mangánica	Manganeso
Cáncer de senos nasales	Níquel

¹ FUENTE: STELLMAN J.M., DAUM S.M., WORK IS DANGEROUS TO YOUR HEALTH. VINTAGE BOOKS. 1971

Cabe resaltar que una misma sustancia puede producir distintos efectos agudos o crónicos, de diversa magnitud según sea la vía (por Ej. Inhalación, ingestión, absorción dérmica) y la magnitud de la exposición. Además, se debe destacar que los efectos producidos por una misma sustancia pueden variar en cuanto a su grado de reversibilidad, pudiendo algunos de ellos ser irreversibles.

2.2.5 Evaluación del riesgo de una sustancia

La evaluación del riesgo consiste en un proceso metodológico a partir del cual se estima la probabilidad de que un individuo humano, animal ó vegetal puedan sufrir un daño como consecuencia de la exposición a una sustancia contenida en un residuo peligroso. Las etapas que comprende el proceso de evaluación de riesgos se mostrarán en la siguiente figura:

FIGURA 2.13. ETAPAS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

1. Identificación y análisis de la información disponible respecto de las propiedades que hacen peligrosa (o tóxica) a una sustancia y la relación que existe entre la dosis y la respuesta.
2. Determinar la magnitud y las vías de exposición de los organismos considerados en riesgo.
3. Caracterización del riesgo en términos de probabilidad de que la exposición pueda ocasionar un efecto considerado como adverso.

¹ FUENTE: STELLMAN J.M., DAUM S.M., WORK IS DANGEROUS TO YOUR HEALTH. VINTAGE BOOKS. 1971

> Elementos para la prevención y reducción de riesgos, ocasionados por los residuos peligrosos, a través de normas.

A continuación se proponen una serie de elementos clave para prevenir y reducir riesgos a través del uso correcto de la normatividad entre las que se destacan:

- Proporcionar información sobre la peligrosidad de los residuos y medidas para prevenir los riesgos, atender a los individuos expuestos y responder en caso de emergencia (etiquetado de las hojas de seguridad de los materiales y de las guías de buenas prácticas de manejo)

¹⁴ FUENTE: STELLMAN J.M., DAUM S.M., WORK IS DANGEROUS TO YOUR HEALTH. VINTAGE BOOKS. 1971

- Establecer disposiciones:

1. Para prevenir o limitar la liberación al ambiente de las sustancias tóxicas contenidas en los residuos o la generación de accidentes, a todo lo largo del ciclo de vida de los mismos (generación, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final).
2. Que permitan responder a las emergencias de manera oportuna y efectiva para reducir los riesgos para la salud y el ambiente.
3. Para lograr el reciclado, tratamiento y disposición final de los residuos de manera segura y ambientalmente adecuada.
4. Para prevenir la contaminación del suelo como consecuencia del manejo de los residuos peligrosos.

- Establecer procedimientos para caracterizar y medidas para impedir que se manejen juntos residuos peligrosos incompatibles.

2.3 INVESTIGACIONES PARA EVALUAR LOS IMPACTOS ADVERSOS A LA SALUD DERIVADOS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

La Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR), creada para apoyar en la evaluación y ejecución para fines de limpieza, de los riesgos relacionados con los sitios contaminados con residuos peligrosos en Estados Unidos de América, ha contribuido a recopilar y analizar de manera sistemática y ponderada la información disponible sobre los posibles efectos en la salud derivados de la contaminación de dichos sitios. Las 10 sustancias consideradas como prioritarias y más frecuentemente encontradas en los sitios contaminados aparecen listadas en la siguiente figura:

FIGURA 2.14. SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y MÁS FRECUENTEMENTE ENCONTRADAS EN LOS SITIOS CONTAMINADOS CON RESIDUOS PELIGROSOS EN ESTADOS UNIDOS		
Índice	Sustancia	Frecuencia de la Presencia en sitios contaminados (%)
1	Plomo	79
2	Arsénico	68
3	Mercurio metálico	Tricloroetileno (66)
4	Cloruro de vinilo	Benceno (64)
5	Benceno	Cromo (57)
6	Cadmio	52
7	Bifenilos policlorados	Tetracloroetileno (49)
8	Cloroformo	Tolueno (45)
9	Benzo(a)pireno	2-Dietilhexilftalato
10	Tricloroetileno	Cloruro de vinilo (41)

FUENTE: TRADUCIDO DE LICHTVELD M. Y., JOHNSON B. L., PUBLIC HEALTH IMPLICATIONS OF HAZARDOUS WASTE SITES IN THE UNITED STATES. HAZARDOUS WASTE AND PUBLIC HEALTH: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE HEALTH EFFECTS OF HAZARDOUS WASTE. PRINCETON SCIENTIFIC PUBLISHING CO. INC., 1994, PP. 14-32.

Una estimación realizada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés), indica que alrededor de 41 millones de personas viven a una distancia de cuatro millas de 1134 sitios contaminados por el manejo inadecuado de residuos peligrosos clasificados como prioritarios.

El ordenamiento del ATSDR consiste en evaluar cualquier impacto en la salud presente o futuro en relación con la liberación al ambiente de sustancias peligrosas; desarrollar advertencias y recomendaciones; e identificar estudios o acciones necesarias para evaluar, prevenir y mitigar los efectos adversos de estas sustancias en la salud. Las evaluaciones que realiza este organismo se basan en tres tipos principales de información:

- datos sobre la contaminación ambiental
- problemas de salud
- manifestación de las preocupaciones de las comunidades que se sienten afectadas

La metodología empleada descansa en la determinación de todas las posibles rutas de exposición humana a las sustancias tóxicas presentes en un sitio contaminado y los aspectos a considerar son los siguientes:

- Identificación de la fuente de exposición
- Determinación del medio ambiental a través del cual ocurre la exposición
- Definición del punto en el que ocurre la exposición
- La vía de exposición
- La población expuesta

En los estudios de salud relacionados con los sitios contaminados las sustancias más frecuentemente involucradas se muestran en la siguiente figura:

Figura 2.15. Sustancias más frecuentemente involucradas en los sitios contaminados con Residuos Peligrosos
Compuestos orgánicos volátiles
Sustancias inorgánicas
Plaguicidas halogenados
Hidrocarburos poli cíclicos
Ftalatos
Fenoles y ácidos fenólicos
Nitro aminas/ éteres/ alcoholes
Misceláneos
Radio nucleidos
Bencidinas/ aminas aromáticas

FUENTE: MODIFICADO DE LICHTVELD M. Y., JOHNSON B. L., PUBLIC HEALTH IMPLICATIONS OF U.S. HAZARDOUS WASTE SITES. HAZARDOUS WASTE AND PUBLIC HEALTH: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE HEALTH EFFECTS OF HAZARDOUS WASTE. PRINCETON SCIENTIFIC PUBLISHING CO. INC., 1994, PP. 14-32.

Las recomendaciones que derivaron de los estudios de salud realizados se resumen en:

- Realizar una caracterización adicional del sitio (Ej. Monitoreo ambiental)
- Detener o reducir la exposición: proporcionando agua de otras fuentes de abastecimiento y restringiendo el acceso a fuentes de agua contaminadas o a los sitios peligrosos,
- Supervisión del estado de salud de la población expuesta.

El informe que concluye que en sitios específicos que han documentado una variedad de síntomas de enfermedad en personas expuestas, que incluyen bajo peso al nacer, anomalías cardíacas, dolor de cabeza, y problemas neurológicos. Algunos de estos estudios sugieren que a diversos efectos adversos en la salud parecen estar asociados a la exposición a las sustancias peligrosas, pero también han resultado otros negativos. Tales resultados pueden deberse ya sea al tamaño pequeño de las muestras poblacionales, a la exposición limitada o inexistente. En conclusión la ocurrencia de estos efectos es difícil de determinar.

CAPITULO 3

REGULACIÓN Y NORMATIVIDAD DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

3.1 EVOLUCIÓN DE LAS LEGISLACIONES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Las primeras legislaciones que surgieron en el mundo para regular la emisión de contaminantes al aire, la descarga de aguas residuales y la disposición de residuos en el suelo fueron de tipo reactivo. Este suceso se dio cuando la sociedad percibió las consecuencias de la emisión de contaminantes por las chimeneas de las industrias y sus efectos adversos en la salud o en el ambiente y ejerció presiones sobre el gobierno para que éste adoptara medidas que permitieran atender el problema. De esta manera, surgió la legislación sobre la calidad del aire y el control de emisiones contaminantes a la atmósfera, trayendo como consecuencia que se crearán las correspondientes áreas administrativas gubernamentales encargadas de ponerlas en práctica¹⁵.

Se han fijado parámetros de emisión de contaminantes al aire, con lo que ha disminuido sus niveles, en dónde se excluyeron en un inicio los llamados gases invernadero causantes del cambio climático o las sustancias que ocasionan el deterioro de la capa de ozono que están produciendo problemas globales y no sólo locales. Paradójicamente, los contaminantes que ya no se emitieron por las chimeneas fueron a parar al agua. Nuevamente, y como respuesta a la presión pública, las autoridades gubernamentales se vieron obligadas a legislar, fijar y controlar parámetros de emisión de contaminantes en las descargas de efluentes a los cuerpos de agua receptores. En análisis críticos realizados por distintos gobiernos se identificó que lo que había estado ocurriendo a lo largo de los años, fue una continua transferencia de contaminantes de un medio a otro¹⁶. A la vez, se observaron inconsistencias entre las distintas regulaciones destinadas a proteger la calidad del aire, del agua y de los suelos, en cuanto al grado de rigor con el cuál controlaban la liberación al ambiente de un mismo contaminante.

Se realizaron también evaluaciones de la relación costo-efectividad de los instrumentos normativos y se encontró que, el costo de su aplicación había superado con mucho, los beneficios derivados de ello; lo cuál tuvo como consecuencia el desarrollo en muchos países, de procesos de mejora regulatoria y simplificación administrativa. En México se vio reflejado con la promulgación en 1992 de la Ley Federal de Metrología y Normalización, que introduce la obligación al desarrollar instrumentos normativos de observancia obligatoria (normas oficiales mexicanas o NOM), de evaluar previamente si no existen otros instrumentos más costo-efectivos que permitan alcanzar las metas perseguidas. También se estableció la necesidad de elaborar una manifiesto del impacto regulatorio de cada proyecto de NOM y de involucrar a todas las partes interesadas de la sociedad en el desarrollo de los proyectos de normas.

¹⁵ CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1996. WORLDWIDE OVERVIEW OF HAZARDOUS WASTES. TOXICOLOGY AND INDUSTRIAL HEALTH, VOL. 12, NO. 2, PÁGS. 127-139.

¹⁶ (VER EL DOCUMENTO TITULADO "UNFINISHED BUSINESS" EN LA PÁGINA DE INTERNET DE LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE E. U. A.: [HTTP://WWW.EPA.GOV](http://www.epa.gov)).

Es con base en experiencias como las antes descritas, que en todos los países, al igual que en México, las leyes, los reglamentos, las normas y los procedimientos administrativos tienen que revisarse periódicamente para ser actualizados, conforme haya avanzado el conocimiento científico-técnico o la experiencia de su aplicación y las circunstancias de los países que así lo demanden. A estos últimos conceptos, se agrega el relativo a la suscripción de acuerdos o convenios internacionales en las distintas materias, que hacen necesario que se vean reflejados sus principios, declaraciones u obligaciones en las políticas y legislaciones nacionales. Por lo anterior es preciso realizar un análisis crítico continuo de los instrumentos jurídicos en los que se sustenta la gestión de los residuos peligrosos, para identificar oportunidades de mejora y adecuarlos a los nuevos contextos nacionales e internacionales. Para ello, es esencial, ponerlos en perspectiva respecto a otras legislaciones en la materia, como la de países de la Unión Europea o de América, que se desarrollarán profundamente en el siguiente capítulo de este trabajo.

3.2 GENERALIDADES DEL MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL DE LA REGULACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO

Conforme lo establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (artículo 71), el derecho de iniciar leyes o decretos compete:

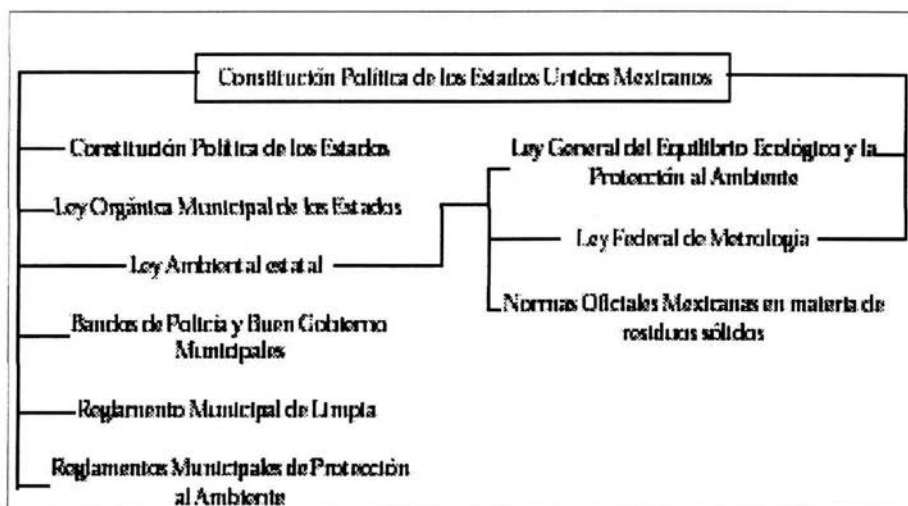
1. Al presidente de la república
2. A los diputados y senadores del congreso de la unión
3. A las legislaturas de los estados

Las iniciativas presentadas por el presidente de la república, por las legislaturas de los estados o por las diputaciones de los mismos, se someten a la consideración de las comisiones respectivas y las que presentan los diputados o los senadores, se sujetan a los trámites que designe el Reglamento de Debates. Algunos estados (Hidalgo, México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas) han incluido en sus constituciones la denominada "iniciativa popular" que faculta a los ciudadanos de su entidad federativa para iniciar leyes ante su respectivo congreso local.

El presidente de la república está facultado, además, para emitir los reglamentos que sustentan los procedimientos administrativos a través de los cuales se ponen en práctica las disposiciones generales contenidas en las leyes, por parte de los sectores responsables de su instrumentación, cuyos titulares deberán de firmarlos (artículo 92). Por su parte, y de acuerdo con la Ley Federal de metrología y Normalización (LFMN), publicada el 10 de julio de 1992 y reformada en 1997, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que establecen los requisitos y especificaciones que permiten la instrumentación de las disposiciones contenidas en las leyes y reglamentos son desarrolladas y aprobadas para su publicación por los comités consultivos Nacionales de Normalización (en este caso el de materia de Protección Ambiental) los cuales se apoyan para ello en los subcomités que cubren las distintas materias (en este caso el destinado a Residuos Peligrosos, municipales y hospitalarios). El proceso de elaboración y aprobación de NOMs está abierto a la participación de distintos sectores sociales, mediante representantes acreditados que pueden formar parte del Comité y subcomités mencionados y

a consulta pública a través de su publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) como proyectos sujetos a revisión del público durante un período de 60 días¹⁷. En la siguiente figura se muestra el régimen jurídico en materia de protección al ambiente y limpia para tener una visión de la derivación del marco jurídico mexicano.

Figura 3.1. Régimen jurídico de protección al ambiente y servicio de limpia



FUENTE: LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE 8ª. EDICIÓN

Se han establecido en México mecanismos y condiciones para la participación pública en el diseño de leyes y normas, que constituyen disposiciones legales de carácter obligatorio, y en la emisión de normas voluntarias (como las normas mexicanas o NMX). Sin embargo, no necesariamente se han desarrollado programas de educación y capacitación que proporcionen a los representantes de los sectores privados y sociales los elementos mínimos de conocimiento jurídico para elaborar los proyectos de iniciativas de ley o de NOM's. Tampoco existen procedimientos que aseguren que el público general conozca su derecho a opinar sobre los proyectos de NOM, de la existencia del Diario Oficial de la Federación y de los mecanismos para hacer llegar sus opiniones al respecto.

3.2.1 Avances y perspectivas en materia de normatividad sobre residuos peligrosos

> Inicio de la legislación de los residuos peligrosos

La regulación de los residuos peligrosos parte de la promulgación en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como de su Reglamento en la materia, los cuales establecieron las disposiciones legales básicas para sustentar el desarrollo de la normatividad respectiva. En ese mismo año, se publicaron siete Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relativas a la

¹⁷ CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. COMENTADA Y CONCORDADA. 2000. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURIDICAS. ED. PORRUA Y UNAM

clasificación y caracterización de los residuos como peligrosos, así como a la selección de sitios para ubicar confinamientos controlados, su diseño, construcción y operación.

> **Publicación de la Ley General de Metrología y Normalización y reedición de las siete Normas Oficiales Mexicanas sobre residuos peligrosos**

En 1992, la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) estableció disposiciones tendientes a regular la elaboración y emisión de normas que, entre otros, plantean la necesidad de explorar las alternativas más costo-efectivas que se ofrecen para alcanzar metas (en este caso ambientales), antes de optar por establecer normas oficiales mexicanas obligatorias. Al mismo tiempo, introduce como requisito para sustentar las NOM, el evaluar su impacto regulatorio con un enfoque costo-beneficio.

Esta Ley señala que para desarrollar los proyectos de NOM, se deberá invitar a participar en ello a los distintos sectores de la sociedad a los que dichas normas puedan afectar y abrir un espacio de consulta pública, a través de la publicación de los proyectos de normas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y de la invitación al público a opinar al respecto. La Ley promueve que las normas sean revisadas periódicamente, sujetándolas a un proceso de evaluación de sus impactos y a un análisis que considere los avances en el conocimiento y experiencia en la materia para, en su caso, mantenerlas como están, adecuarlas o derogarlas. En 1993, las siete normas emitidas en 1988 fueron publicadas nuevamente en el marco de las nuevas disposiciones de la LGMN, sin que se introdujeran modificaciones sustantivas.

> **Establecimiento de elementos de política normativa en materia de residuos peligrosos**

En 1994, el documento intitulado Bases para una Política Nacional de Residuos Peligrosos, publicado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) y elaborado a partir de un proceso de consulta a representantes de los distintos sectores sociales, señala retos y elementos que presuponen una nueva política en la materia.

> **Revisión y modificación de la LGEEPA**

En 1996, la LGEEPA fue sometida a un proceso amplio de consulta pública que condujo a su adecuación y publicación. Ello trajo consigo, entre otros, la necesidad de revisar y, en su caso, readecuar los reglamentos vigentes que derivan de ella, así como de promulgar los reglamentos aún pendientes, como es el caso del de materiales peligrosos y de las actividades altamente riesgosas.

En la nueva Ley, se introdujo el concepto de residuos de baja peligrosidad, respecto de los cuales se abrió la opción de que, de así convenirlo con las autoridades estatales, su control puede ser transferido a los gobiernos de las entidades federativas.

> **Desarrollo y promulgación de nuevas normas en el periodo 1993-1997**

En 1995, después de seis años de haber sido promulgadas las primeras NOM en materia de residuos peligrosos y siguiendo todas las disposiciones de la Ley General de Metrología y Normatividad, se sometió a la opinión pública y se publicó la NOM que establece las modalidades de manejo de los residuos biológico infecciosos. Entre 1993-1997, se revisó la NOM que establece los criterios y requisitos para seleccionar el sitio de ubicación de residuos peligrosos, así como la relativa a la clasificación de los residuos como peligrosos, sin que se hubiera en este caso, completado la adecuación de los listados que la complementan. En cuanto a nuevos proyectos de NOM, se elaboraron propuestas respecto de la ubicación, diseño, construcción y operación de presas de jales; la destrucción térmica de los residuos peligrosos; la formulación de combustibles alternos a partir de lubricantes usados; el manejo de bifenilos policlorados y estaciones de servicios, que incluye aspectos relativos a la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos.

> **Situación en el periodo 1998-1999**

Se centro la atención en revisar el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, a fin de que todas las NOM que se revisen o desarrollen al respecto, sean consistentes con la nueva versión. Dicho reglamento, ha sido integrado dentro de la propuesta técnica de Reglamento sobre Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, que en ese momento se encontraba en revisión por parte de las áreas jurídicas de la Secretaría de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y del propio Instituto Nacional de Ecología. Al mismo tiempo, se decidió someter a escrutinio las NOM ya promulgadas y los proyectos desarrollados en el periodo 1993-1997 antes referidas, tomando como base los elementos de política señalados previamente, así como los avances en el conocimiento científico- técnico y en la experiencia en las distintas materias. Con base en los preceptos constitucionales (artículos 4, 25, 27 y 73) que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico como la del ambiente, el 28 de enero de 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

A la fecha, las disposiciones legales que permiten la regulación y el control de los residuos peligrosos en México, son aquellas que están contenidas en esta ley, modificada en diciembre 1996, en su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, publicado en 1988 y que requiere ser actualizado, así como en ocho Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).

En la siguiente figura se observa la jerarquización de la legislación mexicana en materia de residuos peligrosos:

Figura 3.2. Jerarquización de los componentes de regulación de los residuos peligrosos en México



FUENTE: INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICI2000

3.2.2 Leyes y Reglamentos relacionados en materia de residuos peligrosos

> Ley General de Salud (1984)

La Ley General de Salud (DOF, 7 de febrero de 1984) dispone diversas medidas, entre ellas la contenida en el artículo 122 que establece la prohibición para descargar residuos peligrosos que conlleven riesgos para la salud pública a cuerpos de agua que se destinan para uso o consumo humano.

> Reglamento Interior de la Secretaría de Salud (1992)

En el Reglamento Interior de la Secretaría de Salud (DOF, 31 de diciembre de 1992), en su artículo 25, fracción XVIII, se indica que la Dirección General de Salud Ambiental tiene competencia para identificar y evaluar los riesgos para la salud humana que generan los sitios en donde se manejen, traten y confinen los residuos peligrosos, así como emitir las medidas de seguridad que procedan.

> Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, publicó el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (DOF, 7 de abril de 1993), el cual establece las condiciones y procedimientos aplicables a la transportación de estos materiales por carreteras y vías férreas nacionales.

> **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Los residuos peligrosos son regulados de manera específica por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de enero de 1998). Los lineamientos generales del tema, se amplían en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de residuos Peligrosos (DOF, 25 de noviembre de 1988) y en los artículos 150 al 153. A continuación se presenta la figura 3.3 con el contenido de los artículos sobresalientes de la LGEEPA.

Figura 3.3. Contenido de los artículos principales de la LGEEPA

ARTÍCULO	CONTENIDO
Artículos 1 al 6	Disposiciones Generales
Artículo 2	La materia es de índole federal, sin embargo las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y municipios, pueden participar como auxiliares de la federación en su aplicación.
Artículo 3	Señala las definiciones de los términos usados en el Reglamento, entre otros el almacenamiento, confinamiento controlado, confinamiento en formaciones geológicas estables, contenedor, degradación, disposición final, envasado, empresa de servicios de manejo, generación, generador, incinerador, jales, lixiviado, presa de jales, reciclaje, recolección, residuo incompatible, reuso y tratamiento.
Artículo 4	Delimita el ámbito de competencia en la materia de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/ Instituto Nacional de Ecología (INE)
Artículo 5	Establece los sujetos responsables para el cumplimiento de las normas del Reglamento y las normas técnicas ecológicas que de él se deriven. Así también que las actividades relacionadas con materiales y/o residuos peligrosos son de índole federal.
Artículos 7 y 8	De la generación de los Residuos Peligrosos
Artículo 7	Se hace referencia a la autorización que debe otorgar la Secretaría a quienes pretenden realizar obras o actividades públicas o privadas por las que pueden generarse o manejarse residuos peligrosos.
Artículos 9 al 42	Del manejo de Residuos Peligrosos
Artículo 9	Define al manejo de residuos peligrosos
Artículos 43 al 57, 142 Y 153	De la importación y exportación de Residuos Peligrosos
Artículos 58 al 63	De las medidas de control y de seguridad y sanciones
Artículo 58	Las infracciones de carácter administrativo a los preceptos de la LGEEPA y del Reglamento serán sancionados con multa, clausura temporal o definitiva y arresto administrativo.
Artículo 59	Revocación de las autorizaciones que se hubieran concedido
Artículo 63	Indica que toda persona podrá denunciar ante la Secretaría, o ante otras autoridades federales o locales según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daño al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la ley y del Reglamento.

FUENTE: LGEEPA

> **Documentación Complementaria**

En 1987 se publicó el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que, por su naturaleza, pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituir un riesgo a la salud o bienestar públicos (DOF, 19 de enero de 1987), el cual hace referencia en su texto al requerimiento de una guía ecológica expedida por la Secretaría a efectos de que un residuo peligroso

pueda ser importado o exportado. Como complemento a la legislación, fue publicado el procedimiento de autorización de la importación y exportación de materiales y residuos peligrosos (DOF, 6 de abril de 1990), el cual incluye un manual de procedimientos así como las políticas de operación respectivas.

Conforme al artículo 143 de la LGEEPA: Los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas quedarán sujetos a las Normas Oficiales Mexicanas y a las normas técnicas que expidan en forma coordinada con las secretarías correspondientes, para evitar que causen desequilibrios ecológicos. El Reglamento de esta Ley establecerá la regulación, que dentro del mismo marco de coordinación deba observarse en actividades relacionadas con dichas sustancias o productos, incluyendo la disposición final de sus residuos, empaques y envases vacíos, medidas para evitar efectos adversos en los ecosistemas y procedimientos para el otorgamiento de las autorizaciones correspondientes. Esta tendencia y postura difícilmente será superada, por lo redituable de la industria que basa sus ganancias en el manejo de residuos, y los intereses económicos y políticos que la transformación de este esquema implica.

3.3 NORMATIVIDAD DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

La normatividad constituye un instrumento de regulación estratégico para adecuar conductas productivas, minimizar o evitar riesgos ambientales, inducir el manejo adecuado de los residuos y ofrecer certidumbre a la inversión de la infraestructura y los bienes del capital necesarios para el manejo de los residuos peligrosos¹⁸.

3.3.1 Características de la Normatividad Industrial

En general, puede decirse que la elaboración de normas aplicables a la industria ha constituido, sin duda, uno de los avances más importantes de la política reglamentaria ambiental del país, lo cuál ha demandado su difusión entre la comunidad regulada y la vigilancia de su cumplimiento para que pudieran tener el impacto significativo esperado en la conducta de las empresas reguladas. Al elaborar las normas se ha buscado considerar las tecnologías de proceso, control y medición disponibles y el costo de las mismas, sin favorecer tecnologías particulares, ni constituir obstáculos para la adopción de otras tecnologías que pudieran surgir.

3.3.2 Normas Técnicas Ecológicas (ahora Normas Oficiales Mexicanas)

Entendemos por Norma Técnica Ecológica (NTE), ahora Normas Oficiales Mexicanas (NOM), según el artículo 36 de la LGEEPA, el conjunto de reglas científicas o tecnologías emitidas por la antigua Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes, que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente y, además, que uniformen principios, criterios, políticas y estrategias en la materia.

¹⁸ CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. 1995. BASES PARA UNA ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA EN MÉXICO: EVALUACIÓN AMBIENTAL DE 5 RAMAS INDUSTRIALES. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 6)

El objetivo de dichas normas es determinar los parámetros dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población y para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente. Por disposición de la Ley Federal de Metrología y Normalización (DOF, 1º de julio de 1992), las NTE fueron sustituidas por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (DOF, 22 de octubre de 1993).

3.3.3 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, se emitieron las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia ambiental que tengan por objeto:

1. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y procesos.
2. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente.
3. Estimular o inducir a los agentes económicos a reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y el desarrollo sustentable.
4. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen.
5. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Cuando las normas oficiales mexicanas establezcan el uso de equipos, procesos o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría correspondiente para su aprobación, los equipos, procesos o tecnologías alternativos mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes. La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas está sujeta al procedimiento establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización. Los Aspectos que se previo normar en el reglamento de residuos peligrosos se mencionan en la siguiente figura:

Figura 3.4. Aspectos previstos para su normatividad en el reglamento en materia de residuos peligrosos

ASPECTOS PREVISTOS
Manejo (de acuerdo con el reglamento comprende almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, recidaje, incineración y disposición final.
Manejo de residuos peligrosos incompatibles
Envasado
Identificación
Tratamiento previo a la disposición final
Selección del sitio para su ubicación, diseño, construcción y operación de confinamientos controlados. Localización y selección de sitios para confinamientos en formaciones geológicas estables y operación de estos.
Métodos para la recolección y tratamiento de lixiviados originados en las celdas de confinamiento o de tratamiento.
Disposición final de residuos de la industria minera en presas de jales.
Manejo de productos de origen industrial o de uso farmacéutico, en cuyos envases se precise fecha de caducidad, que se desechan como residuos peligrosos.
Manejo y eliminación de bifenilos policlorados
Tratamiento de residuos que por su peligrosidad no deben depositarse en ningún sitio de disposición final previsto en el reglamento.

FUENTE: LGEEPA

3.3.4 Normas vigentes y en desarrollo

Para efecto de lo establecido en la LGEEPA así como en el Reglamento en la materia, se han publicado ocho NOM que a pesar de sólo cubrir un ámbito muy reducido del manejo de los residuos peligrosos, en su momento permitieron atender las necesidades más inmediatas. Ellas cubren los aspectos referidos en la siguiente figura y sustituyen a las NOM-CRP-XX-ECOL-93.

Figura 3.5. Normas oficiales mexicanas sobre residuos peligrosos vigentes	
NORMA	ASPECTO QUE CUBRE
NOM-052-ECOL-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-053-ECOL-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-ECOL-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-93.
NOM-055-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.
NOM-056-ECOL-1993	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-057-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-ECOL-1993	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de los residuos peligrosos.
NOM-087-ECOL-1995	Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

FUENTE: INE. 1994. BASES PARA UNA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL.

Las cuatro normas relativas a la selección de sitios para ubicar confinamientos, así como para el diseño, construcción y operación de los mismos, establecen disposiciones tendentes a prevenir la movilización de los residuos tóxicos confinados, así como la ocurrencia de explosiones o reacciones que conduzcan a su liberación al ambiente. En lo que respecta a la NOM-087, su carácter es preventivo y su principal objetivo es evitar el riesgo de infección y transmisión de enfermedades infecciosas durante el manejo de los residuos biológico-infecciosos; por ello, sus disposiciones están orientadas ante todo a evitar que se produzcan heridas que abran una puerta de acceso de los agentes patógenos al organismo de las personas que entran en contacto con los residuos, a través de promover la separación y manejo seguro de los residuos punzo-cortantes. Sus demás disposiciones permiten destruir a los gérmenes o evitar que proliferen. En la figura 3.6 se enumeran los anteproyectos de NOM, que se proponen para actualizar las necesidades en materia ambiental.

Figura 3.6. Anteproyectos de Normas oficiales mexicanas sobre residuos peligrosos

NOMBRE	ESTADO
NOM-101-ECOL, que establece los requisitos y especificaciones para el manejo de lubricantes usados.	El proyecto se encuentra en revisión del grupo de trabajo.
NOM-xxx-ECOL, que establece las características y especificaciones para el manejo de bifenilos policlorados (bpc's).	El proyecto ha sido firmado por el subcomité respectivo.
NOM-xxx-ECOL, que regula la incineración de residuos, provenientes de cualquier actividad en su operación y las emisiones, descargas y productos sólidos de la combustión al ambiente.	El proyecto se presentará próximamente para su revisión al subcomité respectivo.

FUENTE: INE. 1994. BASES PARA UNA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL.

Es evidente que aún quedan muchos aspectos relativos a la gestión de los residuos peligrosos que requieren ser normados. A este último respecto, es preciso resaltar la oportunidad que se brinda a México de aprovechar las experiencias exitosas de otros países en el empleo de instrumentos no regulatorios para alcanzar los objetivos de las políticas sobre residuos peligrosos.

3.3.5 Programas de mejora regulatoria

Para dar cumplimiento al Plan nacional de Desarrollo establecido en el período 1995-2000, ha sido preciso establecer un programa de desregulación orientado a revisar y mejorar las disposiciones normativas vigentes, a fin de impulsar la creación de empleos del sector productivo nacional y la competitividad de las empresas en el nuevo entorno internacional. Es por lo anterior, que se encuentra en revisión constantemente todo el marco regulatorio en el que se sustenta la gestión de los residuos peligrosos a fin de reformar y simplificar en forma sistemática los trámites federales vigentes en función de criterios de legalidad, eficiencia y optimización del tiempo y recursos. En este contexto, se está llevando a cabo un análisis de los requisitos que deben cumplir las empresas tanto generadoras de residuos peligrosos, como las que brindan servicios de manejo de tales residuos, para dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes, así como de los trámites que les obligan a presentar y conservar información para obtener autorizaciones o su registro. De particular relevancia, es el análisis para determinar en qué medida los trámites conducen al logro u obstrucción de los objetivos de política para alcanzar dichos objetivos, en cuyo caso deben eliminarse o modificarse. También, es sumamente importante el esfuerzo de coordinación intrasecretarial que se realiza a través del establecimiento de la Licencia Ambiental Única, que simplifica los trámites para la obtención de diversas autorizaciones reduciéndolos a sólo uno.

Se ha introducido también en el sector público, el control de calidad de los procesos, a fin de asegurar su efectividad y de reducir sus costos para responder a los retos que significa la compactación de personal y de los horarios de trabajo.

3.3.6 Códigos o Programas Voluntarios

Entre los instrumentos no regulatorios que se han adoptado para apoyar la puesta en práctica de las políticas de minimización y manejo integral de los residuos peligrosos se encuentran diversos convenios voluntarios para promover la autorregulación. Se cita los enfoques voluntarios que se han adoptado en México en la siguiente figura:

Figura 3.7. Códigos o programas voluntarios que pueden apoyar la instrumentación de las políticas sobre residuos peligrosos
<ol style="list-style-type: none">1. Programa de responsabilidad integral de la industria química2. Programa de protección ambiental y competitividad industrial establecido por las Secretarías de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, de Comercio y Fomento Industrial y la CONCAMIN.3. Programa de Auditorías ambientales4. Programa de gestión ambiental de la industria en México5. Certificación del cumplimiento de las normas voluntarias de la serie ISO-14000

FUENTE: INE. 1994. BASES PARA UNA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS PELIGROSOS. SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL.

3.3.7 Consideraciones Generales de la legislación Ambiental en el área de residuos a nivel municipal

Antes de la expedición de disposiciones jurídicas sobre cuestiones ambientales, en los estados y municipios sólo existían:

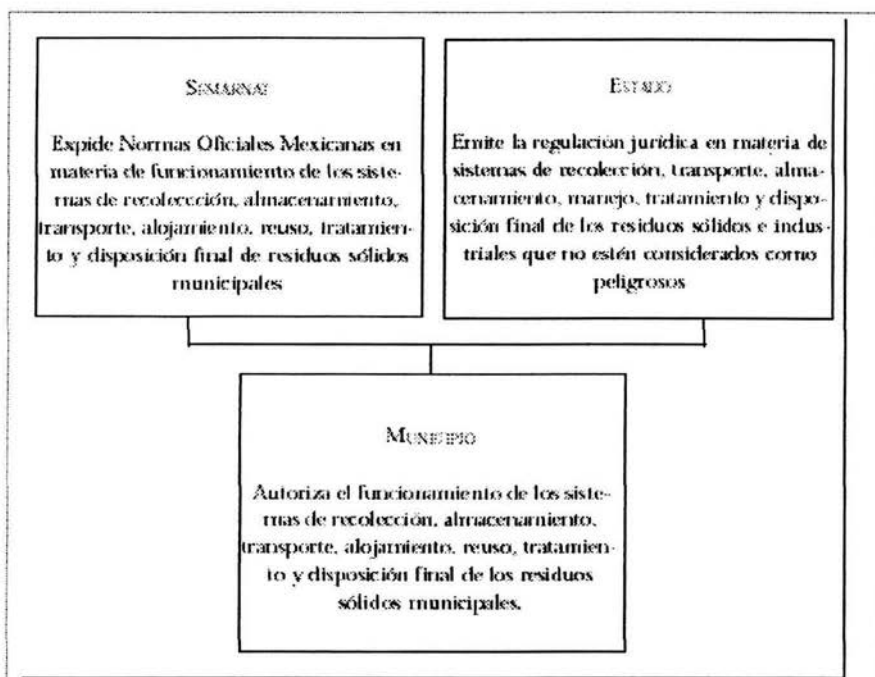
1. **Leyes orgánicas municipales.** Determinan el ámbito de competencia municipal respecto de la prestación de servicios públicos y los procedimientos para involucrar a particulares en su prestación, sea mediante la figura de convenios o a través de concesiones que permiten su explotación comercial.
2. **Reglamentos municipales.** Aplicables a todos o a algún servicio público en especial.

A partir de la expedición de las leyes ambientales de los estados, a finales de la década de 1980 e inicio de los 90, salvo algunas excepciones, se amplió la regulación jurídica en materia de residuos con la finalidad de prevenir y controlar los efectos que ocasionan su generación, recolección, transporte y tratamiento, incluida dentro de éste su disposición final. Sin embargo, lo anterior no significó una modificación de los reglamentos municipales en lo relativo a la prestación del servicio público de limpia (aseo urbano), para incorporar en ellos contenidos ambientales. Lo anterior, ha traído como consecuencia que exista en algunos municipios dos autoridades diferentes, las responsables de los servicios de limpia (aseo urbano), y las encargadas de proteger al ambiente, lo cual crea conflictos entre

ellas, ya que por la tradicional carencia de recursos, el manejo inadecuado de los residuos sigue siendo un factor de degradación del ambiente.

La introducción en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), crea un novedoso esquema de concurrencia, además de que se prevé la posibilidad de convenir con estados y municipios su intervención en cuanto al control de los residuos de baja peligrosidad. La LGEEPA faculta a la autoridad federal ambiental para que establezca reglas técnicas para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales. En la figura 3.8. Se presentan las atribuciones de los tres órdenes de gobierno.

Figura 3.8. Atribuciones respecto de los servicios en materia de recolección, almacenamiento de residuos



FUENTE: JIMÉNEZ PEÑA A., 1999

> **Reglamentación para la reparación de los daños ambientales**

Un aspecto que cubre la LGEEPA y que es preciso incorporar a las leyes ambientales de los estados, es el relativo a la reparación de los daños ambientales, que el Artículo 203 de dicha Ley plantea en los siguientes términos: "Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable".

> **Evaluación del impacto ambiental**

La Ley establece que requerirán de una autorización en materia de impacto ambiental, las instalaciones de tratamiento, confinamiento, o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación de impacto ambiental deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre un expediente, pondrá ésta a disposición del público con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.

> **Autorregulación y Auditorías Ambientales**

La LGEEPA establece que los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

Los responsables del funcionamiento de una empresa podrán en forma voluntaria, a través de una auditoría ambiental, realizar el examen metodológico de sus operaciones respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger al medio ambiente.

> **Investigación y educación ecológicas**

La Ley plantea que las autoridades promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud. Aunado a lo cual propiciarán el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva.

Con la participación de la Secretaría de Educación Pública, la Semarnat promoverá que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, desarrollen planes y programas para la formación de especialidades en la materia en todo el territorio nacional y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales.

Capítulo 4

Legislación Ambiental en otros países

El primer aspecto que hay que enfatizar es el relativo al enfoque holístico de la legislación de Alemania, Estados Unidos de América y Brasil, en la medida que abarca la regulación de la generación y manejo de los tipos más relevantes de residuos (sólidos municipales, industriales, peligrosos y residuos médicos). En los tres países se ha adoptado un enfoque preventivo, tendiente a proteger los recursos naturales que son empleados en la producción de bienes de consumo que al desecharse se convierten en residuos; Este enfoque está basado en criterios de riesgo y en un sistema regulatorio que induce a evitar la generación y a reciclar o, en su caso a tratar los residuos limitando la disposición final mediante confinamiento y estableciendo controles rigurosos para su depósito en los suelos¹⁹.

En diferente grado, la legislación de los tres países está centrada en el ciclo de vida de las sustancias o materiales, aunque sólo Alemania haga referencia explícita de ello, puesto que regula el uso de ciertos materiales como insumos de procesos o contenido de productos (e incluso prohíbe el empleo de ciertas sustancias peligrosas). Mediante distintas estrategias, plantean la necesidad de establecer planes de manejo de ciertas corrientes de residuos prioritarios que demandan a los productores aceptar su retorno, aplicando los principios de "responsabilidad amplia del productor" y de "seguridad del producto"; lo cual implica, entre otros, informar al consumidor a través de las etiquetas acerca de la necesidad de retornar los productos al descartarlos. También coinciden otros países en dictar medidas de seguridad y desempeño ambiental a las empresas de servicios de manejo de residuos peligrosos para que operen con los más altos estándares de calidad y establezcan mecanismos para asegurar que cuando dejen de operar sus instalaciones queden limpias.

México ha suscrito acuerdos comerciales con la Unión Europea, de la cual forma parte Alemania, así como E. U. A. (país con el cuál ha establecido además acuerdos de cooperación ambiental), y como estos dos países, forma parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En tanto que, junto con Brasil, México forma parte de la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR), por lo cual se debe aprovechar estas circunstancias para intercambiar experiencias regulatorias, que le ayuden a reformar y fortalecer su sistema jurídico en la materia ante estos contextos globalizadores.

¹⁹ CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1993. REGULACIÓN Y GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN MÉXICO, ENMARCADOS EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL, MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 1)

CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1996. WORLDWIDE OVERVIEW OF HAZARDOUS WASTES. TOXICOLOGY AND INDUSTRIAL HEALTH, VOL. 12, NO. 2, PÁGS. 127-139.

4.1 Contexto Internacional de la Gestión de los Materiales, Residuos y Actividades Altamente Riesgosas

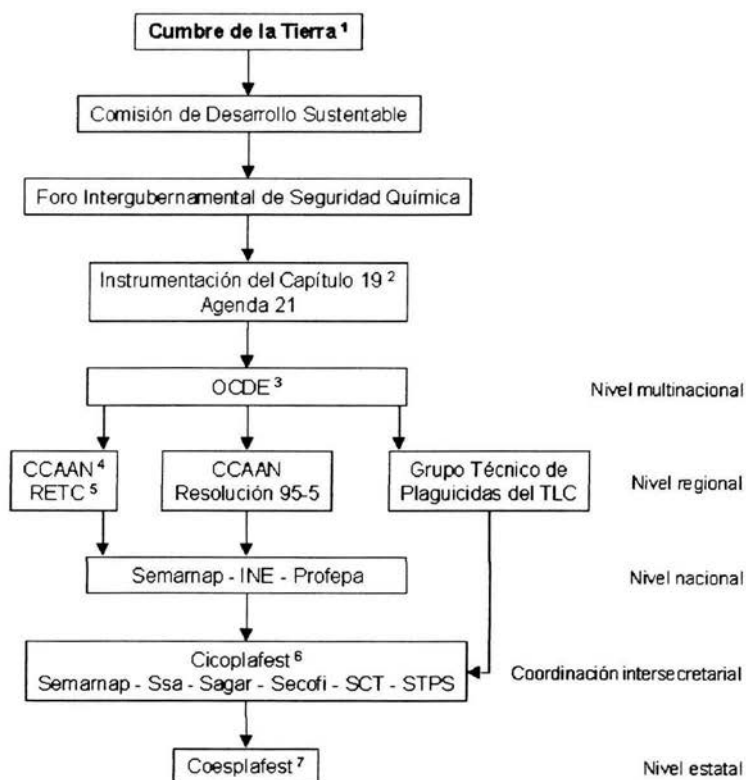
En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra), realizada en Brasil en 1992, México se adhirió a los principios contenidos en los capítulos 19 y 20 de la Agenda 21, relativos al manejo ambientalmente adecuado de los materiales y residuos peligrosos, respectivamente. El Foro Intergubernamental de Seguridad Química (FISQ), del cual México ocupó la vicepresidencia al ser creado en 1994, está a cargo de promover la puesta en práctica de las disposiciones del Capítulo 19 de la Agenda 21, para informar al respecto a la Comisión de Desarrollo Sustentable. Así mismo, a su ingreso a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en 1994, México se comprometió a incorporar en sus políticas, regulaciones y procedimientos administrativos las consideraciones contenidas en la Actas del Consejo de Ministros de esta organización consideradas como vinculantes (decisiones) en los temas ambientales, que justamente se refieren a la gestión de las sustancias químicas, los residuos peligrosos y los accidentes químicos.

En el marco del Tratado de Libre Comercio (TLC) y del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN), también se han establecido compromisos que tienen relación con la gestión de los plaguicidas y el desarrollo de planes de acción regional para reducir los riesgos en el manejo de sustancias tóxicas prioritarias, en particular las que son persistentes y bioacumulables como el DDT, el clordano, los bifenilos policlorados y el mercurio²⁰. México aceptó contribuir a crear un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para Norte América. Cuando el convenio o acuerdo internacional sólo fue firmado por el Titular de una Secretaría, como ocurre con el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, su cumplimiento es responsabilidad de dicha Secretaría a través de sus propias leyes, políticas y programas.

Una de las consecuencias de la suscripción de acuerdos y convenios internacionales es que por lo general, éstos se acompañan de programas de cooperación que ofrecen la oportunidad de acelerar procesos de fortalecimiento de capacidades de gestión y de aprender tanto de las experiencias exitosas de otros países como de sus errores para evitar cometerlos. Todo lo referido previamente, aparece resumido en las figuras 4.1 y 4.2. De lo expuesto hasta ahora se desprende que, la gestión de los residuos peligrosos se basa en los mismos conceptos e instrumentos regulatorios que rigen la gestión de los materiales peligrosos. Es preciso realizar un análisis crítico continuo de los instrumentos jurídicos e identificar oportunidades para mejorarlos y adecuarlos a los nuevos contextos nacionales e internacionales. Para ello se pone en perspectiva respecto a otras legislaciones de otros países de la Unión Europea como Alemania o de América (E.U.A. y Brasil).

²⁰ TRATADO DE LIBRE COMERCIO (RESOLUCIÓN 95-5).

FIGURA 4.1. DIMENSIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL DEL PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE SUSTANCIAS TÓXICAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA



¹ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1992.

² Sobre Gestión Ambientalmente Adecuada de las Sustancias Químicas.

³ Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.

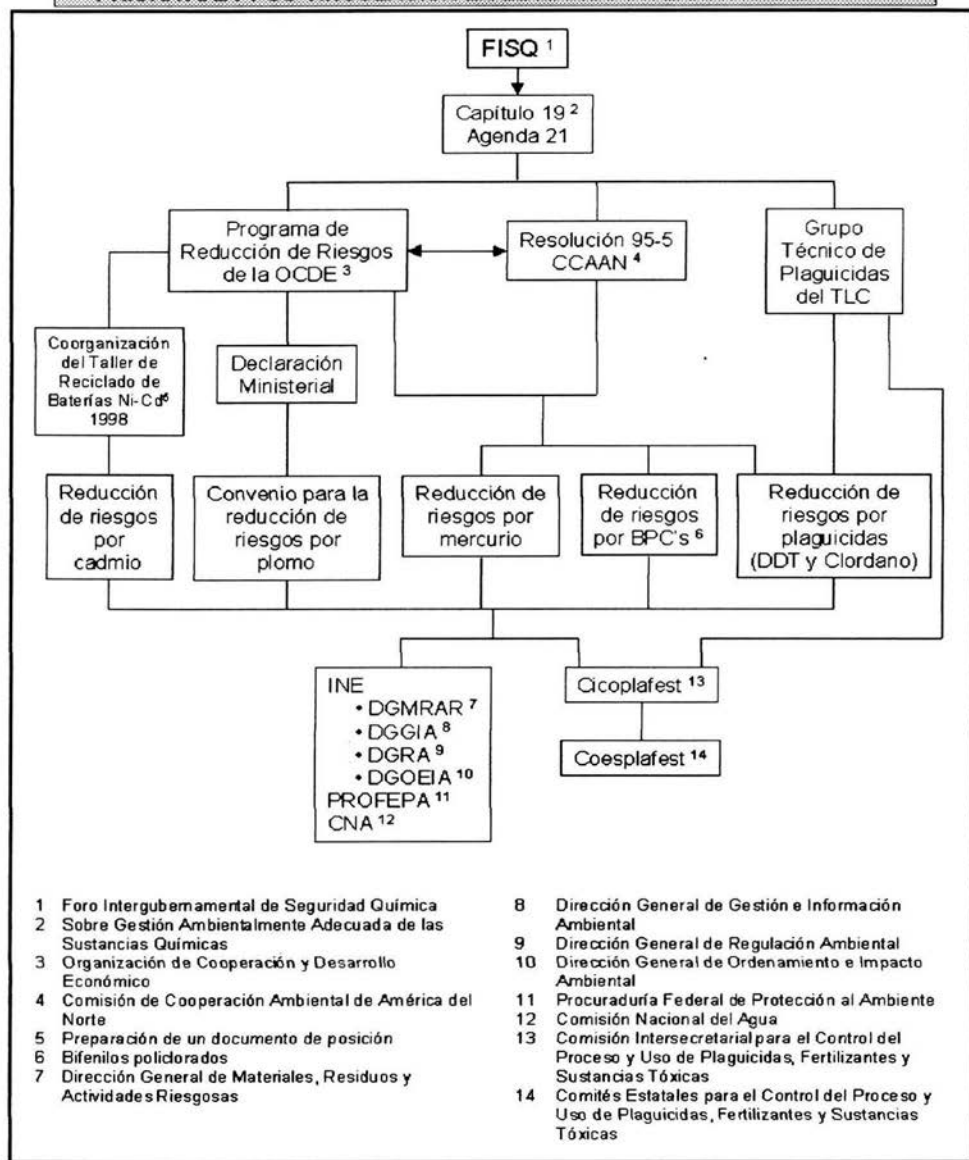
⁴ Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte.

⁵ Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

⁶ Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.

⁷ Comités Estatales para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.

FIGURA 4.2. PROYECTOS SOBRE SUSTANCIAS TÓXICAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA Y SU VINCULACIÓN EN EL MARCO INTERNACIONAL



FUENTE: CORTINAS DE NAVA, 1993. REGULACIÓN Y GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN MÉXICO, ENMARCADOS EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL, MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 1)

4.1.1 La legislación alemana que sustenta la gestión de los residuos

El interés en plantear los aspectos más relevantes de la legislación alemana, es por su enfoque preventivo²¹, aborda el ciclo de vida integral de las sustancias que originan los residuos y asigna responsabilidades a los distintos sectores sociales. La ley promueve la gestión de los residuos como ciclo cerrado de las sustancias y asegura la disposición de los residuos ambientalmente compatibles²², a fin de conservar los recursos naturales y asegurar la disposición ambientalmente adecuada de los residuos. También esta ley es llamada "Ley para evitar, recuperar y disponer de los residuos"²³, desde su publicación en 1994, ha sido objeto de reformas a algunas de sus disposiciones.

Entre los principios más importantes a los que se refiere esta ley se encuentran:

- ✓ En primer lugar, los residuos deben ser evitados, lo cual puede lograrse reduciendo la cantidad y peligrosidad.
- ✓ En segundo lugar: ser sujetos al reciclado de las sustancias contenidas en ellos y ser empleados para la recuperación de energía.
- ✓ En tercer lugar, ser dispuestos permanentemente en forma compatible con el interés público, cuando ya no puedan ser recuperados.

Estos principios se traducen en obligaciones básicas aplicables a:

- 1) Los operadores de plantas industriales que deben:
 - Construirlos y operarlos en tal forma que se eviten, recuperen o dispongan los residuos y emisiones de acuerdo con la Ley Federal de Control de Emisiones.
 - Dar cumplimiento a los ordenamientos derivados de la Ley relativos a las prohibiciones, restricciones y etiquetado de ciertos productos, especialmente empaques y los que contienen sustancias peligrosas (artículo 23)
 - Aceptar el retorno de ciertas de sus mercancías (artículo 24)
- 2) Los productores o poseedores de los residuos, los cuales deben recuperarlos a través de procesos
- 3) Las partes que representan a la autoridad-pública responsable de l manejo de los residuos los cuales:
 - Están obligadas a recoger y disponer los residuos de domicilios privados
 - Están exentas de esta obligación respecto de residuos que se originen en otras fuentes distintas de las domiciliarias, y que hayan sido transferidas a terceras partes.

En la ley se introduce el concepto de "Responsabilidad sobre el Producto" o "Responsabilidad Extendida del Fabricante" (EPR por sus siglas en inglés), el cual implica que:

Los que desarrollen, fabriquen, procesen, traten o vendan productos tienen "responsabilidad sobre el producto" para lograr los propósitos del manejo de los residuos conforme el ciclo cerrado de las

²¹ SCHNURER H. 2000. WASTE MANAGEMENT POLICY IN GERMANY. THE EFFECTS OF NEW EUROPEAN DIRECTIVES AND IMPLEMENTATION STATUS OF WASTE LAW PROJECTS IN GERMANY. PAGINA WEB: <http://www.Umweltministerium.de/sset800.htm>

²² TITULO TRADUCIDO DE LA VERSIÓN EN INGLÉS, YA QUE EL TITULO EN ALEMÁN "KREISLAUFWIRTSCHAFTS-UND ABFALLGESETZ", HA SIDO TRADUCIDO COMO LEY DE LA ECONOMÍA DE CICLO INTEGRAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS.

²³ ESTA LEY PONE EN PRÁCTICA LA DIRECTIVA DEL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA 91/156/EEC DEL 18 DE MARZO DE 1991, EN CUANTO A LAS REFORMAS DE LA DIRECTIVA 75/442/EEC SOBRE RESIDUOS Y LA DIRECTIVA 94/31/EC DEL 27 DE JUNIO DE 1994 RESPECTO DE LAS REFORMAS A LA DIRECTIVA 91/689/EEC SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS.

sustancias. Para cumplir con esta responsabilidad, "los productos deben de ser diseñados, en forma tal que la generación de residuos se reduzca durante su producción y uso, y que se asegure que la recuperación y disposición de los residuos resultantes sean compatibles con el ambiente" (artículo 22).

Otro aspecto relevante de esta ley, es el relativo a la supervisión, y establece que deben determinarse requerimientos especiales para la supervisión y disposición de los residuos de compañías comerciales y otras empresas de negocios o instituciones públicas, que debido a su tipo, naturaleza y cantidad, plantean un riesgo particular a la salud, la calidad del aire ó del agua, que son explosivos o inflamables, etc. El gobierno Federal está facultado para emitir los ordenamientos que determinen que residuos pertenecen a cada categoría. También se incluye en el mismo artículo (Art. 34) la mención de residuos que puedan ser sujetos a reciclaje bajo condiciones que garanticen la seguridad de los procesos. Derivados de está ley han surgido ordenamientos legales que regulan el manejo de tipos específicos de residuos como:

- Baterías Eléctricas
- Vehículos que llegan al final de su vida útil
- Equipo de Información, oficinas y tecnologías de comunicación
- Aceites lubricados usados
- Residuos de madera.

Como criterios adicionales para la clasificación de los residuos, se consideran el origen, condición y forma de segregación de los residuos.

4.1.2 Legislación Brasileña de residuos

En Brasil la política de residuos sólidos²⁴ se desenvuelve en consonancia con las políticas nacionales de medio ambiente, recursos hídricos, saneamiento y salud, así como de acuerdo con los objetivos, principios, fundamentos, directrices, instrumentos, planes y programas de su ley en materia de residuos.

Los objetivos de la legislación son:

- 1) Preservar la salud pública
- 2) Proteger y mejorar la calidad del ambiente
- 3) Asegurar la utilización adecuada y racional de los recursos naturales
- 4) Disciplinar la gestión de los residuos
- 5) Estimular la implantación, en todas las ciudades y localidades, de los servicios de gestión de residuos.
- 6) Generar beneficios sociales y económicos

Entre los enfoques relevantes de esta legislación se encuentran:

- prevención de la generación de los residuos
- minimización de la generación
- reutilización
- Reciclaje
- Tratamiento
- Disposición Final

²⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y DE LA AMAZONIA LEGAL DEL BRASIL.
1998

En cuanto a los residuos industriales, la ley plantea que:

- 1) El empleo de residuos industriales como materia prima o fuente de energía, ya sea para su incorporación en materiales, sustancias o productos, requiere autorización de la autoridad competente.
- 2) Las instalaciones industriales utilizadas para el procesamiento de residuos deberán realizar el control de calidad de las características de los mismos conforme lo establece la autoridad.
- 3) Las unidades generadoras deben buscar soluciones que posibiliten la reutilización, el reciclado o la reducción de la peligrosidad de sus residuos.

Entre las obligaciones y responsabilidades que impone esta ley, tanto a los generadores como a las empresas que ofrecen servicio de manejo de residuos, se encuentran:

- 1) Darles un manejo adecuado de la cuna a la tumba
- 2) La adopción de medidas correctivas en el caso de eventos que involucren riesgos para la salud y el ambiente asociados con el manejo de residuos
- 3) Restaurar los sitios contaminados

4.2 REGLAMENTACIÓN EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y MÉXICO (COMPARACIÓN Y RECOMENDACIONES)

Los sistemas de recolección y disposición de los residuos sólidos (que incluyen a los peligrosos) en los E.U.A. se desarrollaron bajo la responsabilidad de los gobiernos locales, sustentados a través de legislaciones y ordenamientos tales como los relacionados a restringir la ubicación de los tiraderos de basura y la forma de dirimir controversias al respecto. Se hace la comparación de los reglamentos de México y EU, en tres áreas reglamentarias:

- los estándares de garantía financiera para el cierre/post-cierre y la responsabilidad de accidentes.
- la disposición final de los residuos peligrosos para prevenir la contaminación del suelo
- el manejo de los suelos contaminados

La ley ambiental primaria de los Estados Unidos de América es la ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA), que incluye la identificación, generación, transporte, tratamiento, almacenaje, y la disposición de los residuos peligrosos. La EPA (Environmental Protection Agency) es la agencia federal, de los EUA, responsable de desarrollar los reglamentos para residuos peligrosos basados en RCRA. Otras leyes ambientales como la Ley Detallada de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambiental (CERCLA), aborda la limpieza de sitios con contaminación no controlada, así como proporciona a la EPA un fondo fiduciario para las actividades de restauración. Complementan las disposiciones contenidas en las leyes antes citadas las especificaciones técnicas y de otra índole que aparecen en el Código de Reglamentos Federales (CFR), las cuales se encuentran en el título 40 relativo a la Protección al Ambiente.

El programa de residuos peligrosos en México es regido por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que cubre también otras áreas ambientales, como la contaminación atmosférica, evaluaciones de impacto ambiental, y la biodiversidad. El Instituto Nacional de Ecología

(INE) es responsable de desarrollar y mantener al día el Reglamento, éste es aclarado y ampliado por sus normas asociadas, las cuales detallan los requisitos específicos.

4.2.1 Garantía financiera para el cierre/post-cierre y la responsabilidad por accidentes

Para asegurar que las amenazas a la salud humana y al ambiente sean reducidas al mínimo, los propietarios y operadores deben cerrar estas instalaciones de manera que aseguren la integridad a largo plazo de las unidades de disposición y detectar cualquier escape potencial²⁵. El INE en la norma NOM-058-ECOL-1993 requiere que las instalaciones cierren sus unidades de disposición con una cubierta final y que monitoreen a largo plazo el agua subterránea. La EPA requiere que las instalaciones de tratamiento, almacenaje, o disposición de residuos peligrosos (TSDF), aseguren que tienen fondos para el cierre y post-cierre apropiado en las unidades de disposición.

Debido a estas actividades el valor de la instalación es pequeño o no existente, los operadores y propietarios tienen escaso incentivo, para realizar actividades, tales como poner cubiertas en las celdas de disposición y monitorear el agua subterránea. Como resultado a estas circunstancias se da el abandono de las instalaciones y de las actividades de cierre y post-cierre. Bajo las reglas de los Estados Unidos de América, los TSDF tienen que proveer una cobertura mínima por accidente con un mínimo agregado anual, para los accidentes repentinos y el triple en cada caso para accidentes no repentinos. Los propietarios y operadores pueden demostrar la garantía financiera usando los siguientes mecanismos:

- Fondo fiduciario
- Fianza
- Carta de crédito
- Seguro
- Prueba Financiera
- Garantía corporativa

La EPA ²⁶concluye que la cantidad de cobertura requerida para la responsabilidad por accidentes por accidente con un agregado anual, en base a una revisión de casos de daños y los requisitos estatales existentes de seguros para las instalaciones de residuos peligrosos. En contraste el reglamento mexicano vigente no requiere la garantía financiera para los propietarios y operadores de instalaciones de residuos peligrosos, el gobierno tendría que incurrir en el costo de llevar a cabo las actividades de cierre y post-cierre.

4.2.2 Prevención de la contaminación del suelo a través de la reglamentación de la disposición final

La Environmental Protection Agency tiene tres requisitos principales para este fin²⁷:

²⁵ (EPA EN 40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE G).

²⁶ EPA. 1989. MANUAL DE FACTORES DE EXPOSICIÓN.

EPA. 1992. FRAMEWORK FOR ECOLOGICAL RISK ASSESSMENT. FEB. 1992. (EPA/630/R-92/001).

EPA. 1995. DESIGN FOR THE ENVIRONMENT, BUILDING PARTNERSHIPS FOR ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT. WASHINGTON, D.C.: EPA, OFFICE OF POLLUTION PREVENTION AND TOXICS. (EPA/600/K-93/002).

²⁷ IDEM 26

- 1) Los estándares técnicos específicos para las unidades de manejo de Residuos Peligrosos basadas en el suelo
 - 2) El monitoreo de agua subterránea bajo estas unidades
 - 3) Las restricciones a la disposición de residuos peligrosos no tratados
- El Instituto Nacional de Ecología, para la disposición final, el reglamento y las normas imponen requisitos para las unidades y para el monitoreo de aguas subterráneas. El tratamiento previo es también una condición para la disposición final.

> **Requisitos técnicos mínimos para las unidades de disposición**

Los estándares de diseño y construcción para las unidades de disposición en los EUA y México son muy similares en donde incluyen como requisitos:

- Forros impermeables para prevenir la migración de los residuos fuera de la unidad.
- Sistemas de recolección de lixiviados para recoger los componentes peligrosos antes que estos se escapen al agua subterránea.
- Sistemas de detección de escapes para detectar a tiempo el escape de lixiviados para prevenir la contaminación extensa.

La diferencia principal entre los dos países es que México hace una distinción genérica entre dos tipos de unidades basada en su función. Las celdas de confinamiento tienen que cumplir los requisitos técnicos descritos en la NOM-057-ECOL-1993. El INE no tiene normas específicas para celdas de tratamiento. En contraste la reglamentación de la EPA, está basada en la ubicación de la unidad, en vez de en la función de la unidad (disposición vs. Tratamiento), ésta permite 4 tipos de unidades:

- Vertederos: depresiones topográficas naturales, excavaciones artificiales, o áreas amuralladas formadas principalmente con materiales de tierra, tales como suelo²⁸.
- Embalses: similares en diseño, diferentes en uso, como el almacenamiento temporal o el tratamiento de residuos más que para su disposición final. Diseñados para Residuos Peligrosos líquidos²⁹.
- Pila de Residuos: para tratamiento y almacenamiento temporal³⁰.
- Unidades de tratamiento en el suelo: no utilizan forros impermeables para contener el residuo, los RP tienen que ser tratados antes de la disposición y necesitan un permiso especial para recibir los no tratados³¹.

Los EUA y México tienen reglamentos diferentes con respecto a las unidades, pero los requisitos técnicos para éstas son iguales.

> **Monitoreo del Agua Subterránea**

Para la EPA se requiere cierto monitoreo de parámetros indicadores a una frecuencia mínima de muestreo, y acción correctiva para limpiar la contaminación en caso de que los parámetros sean

²⁸ (40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE N)

²⁹ (40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE K)

³⁰ (40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE L)

³¹ (40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE M)

excedidos³². Los requisitos del INE son muy similares a los de la EPA, las normas NOM 056 y 057 establecen los criterios para el diseño y construcción de pozos de monitoreo. La NOM -058-ECOL-1993 describe los requisitos de monitoreo y documentación. Estos estándares son más explícitos que las regulaciones de la EPA en términos de diseño y la instalación de pozos de monitoreo.

> **Tratamiento antes de la disposición**

Proporciona una forma permanente y más duradera de protección que la simple contención de los residuos. Para ejecutar este mandato, la EPA desarrolló el programa de restricciones de disposición en el suelo (Land Disposition Rests "LDR"). La primera prohibición restringe la disposición o el almacenaje en el suelo de los residuos peligrosos no tratados. Los estándares de tratamiento están basados en tecnologías en vez de riesgo; establece un estándar de tratamiento para ese residuo basado en el funcionamiento de esa tecnología. Estos estándares son expresados como concentraciones de ciertos componentes peligrosos o como una tecnología requerida³³, estos están listados por tipo de residuo y contiene una lista consolidada de estándares de tratamiento por constituyente, conocida como los estándares universales de tratamiento (UTS)³⁴. La dilución de los Residuos Peligrosos como sustituto para el tratamiento apropiado está prohibida³⁵. Solamente un tratamiento que remueve, destruye, o estabiliza los componentes peligrosos en el residuo proporciona una reducción en la movilidad y toxicidad del residuo. El programa de LDR también prohíbe el almacenaje indefinido de los RP no tratados.

En México, el INE también requiere un cierto grado de tratamiento antes de la disposición de los Residuos Peligrosos, en su reglamento (artículo 30) dice éstos tienen que ser pretratados antes de la disposición, y establece que deben ser también previamente estabilizados, neutralizados, o solidificados (artículo 64). A diferencia la Environmental Protection Agency, no establece métodos de tratamiento por tipo de residuo.

> **Otras medidas preventivas**

- Líquidos en unidades de disposición: No reglamentado convenientemente por el INE
- El reciclaje a través de la aplicación al suelo (uso como disposición). La EPA promueve el reuso y reciclaje beneficioso de los RP, incluyendo el reciclaje a través de la disposición en el suelo, pero sólo si cumplen con tres criterios³⁶
- El producto tiene que ser fabricado para el uso público
- Los constituyentes peligrosos en los residuos tienen que tomar parte en una reacción química que los haga inseparables por métodos físicos.
- El producto tiene que cumplir con los requisitos de pretratamiento³⁷ Una de las formas más comunes de reciclaje a través de la aplicación al suelo es el uso de RP como ingredientes en fertilizantes o mejoradores de suelo.

³² 40 CFR PARTES 264/265, SUBPARTE F

³³ 40 CFR 268.40

³⁴ 40 CFR 268.48

³⁵ LDR (40CFR 268.3)

³⁶ (40 CFR PARTE 266, SUBPARTE C)

Como parte de esta iniciativa, la EPA está evaluando:

- tipos de residuos utilizados en la fabricación de fertilizantes y su composición en especial en cuanto a metales tóxicos.
- potencial de contaminación del suelo y riesgos asociados
- incidentes de daños a las cosechas
- reglamentos vigentes relacionados con la composición de los fertilizantes.

Actualmente en México sólo se necesita demostrar que un Residuo Peligroso ya no exhibe una característica para poder reciclar el residuo a través de la aplicación en el suelo, por lo que promovería el uso indiscriminado de estos productos.

> **El manejo de suelos contaminados**

La Environmental Protection Agency (EPA) los regula tan estrictamente como cualquier otro tipo de residuo peligroso: considera que un residuo peligroso (RP) no pierde necesariamente sus propiedades peligrosas cuando es combinado con un medio ambiental, tal como los suelos. Los suelos contaminados con residuos tienen por consiguiente que ser manejados como RP hasta que ya no contengan el residuo. Los suelos contaminados contienen un residuo peligroso cuando estos:

- a) Exhiben una característica de residuo peligroso
- b) Están contaminados con constituyentes peligrosos provenientes de residuos listados en concentraciones por encima de los niveles establecidos para proteger la salud.

Esta política es conocida como política de contenido. La determinación del contenido de residuos peligrosos en un volumen dado de suelos contaminados se llama "determinación del contenido".

En México los suelos contaminados son manejados como residuos peligrosos. Solamente si éstos exhiben una característica. Actualmente, para abarcar aquellos que no exhiben la característica, el Instituto Nacional de Ecología planea un enfoque similar al de la EPA. Este proyecto propone actualizar la norma NOM-052-ECOL-1993, identifica los listados y las características de Residuos Peligrosos; que puede ser útil en el desarrollo de estándares para la caracterización de suelos contaminados en México.

El INE ha estado investigando la posibilidad de desarrollar parámetros que estarían basados en niveles máximos de contaminantes (MCL) para agua, y así utilizar límites similares para la identificación de suelos contaminados como peligrosos. También podría considerar el uso de los objetivos preliminares de restauración (PRG), éstos son concentraciones de químicos que corresponden a niveles fijos de riesgo (uno en un millón (10⁻⁶) para cancerígenos o un índice de riesgo de 1 para no cancerígenos) en el suelo, el aire, y el agua. Un problema es que éstos están basados en rutas de exposición comunes y no toman en cuenta todas las rutas de exposición que se pueden encontrar en un sitio en particular³⁸.

³⁷ (previstos en 40 CFR parte 268)

³⁸ (<http://www.epa.gov/region09/waste/sfund/prg>)

> **La Incorporación de Elementos de Riesgo en la Identificación de Suelos como RP (HWIR-Media)**

La Environmental Protection Agency propone reglamentos que permiten el uso de estándares más flexibles para el manejo de los medios (suelos, agua subterránea y sedimentos) y los residuos generados durante la restauración de sitios contaminados. A este conjunto se le conoce como el Reglamento para la Identificación de Suelos como Residuos Peligrosos (HWIR-Media)³⁹. Uno de los objetivos principales de este reglamento es eliminar la reglamentación estricta de los medios contaminados de bajo riesgo, como Residuo Peligroso, y utilizar en vez de requisitos de manejo apropiados a cada sitio, los cuales serían especificados por la EPA o los estados autorizados. La EPA propuso y solicitó comentarios para dos opciones principales:

- **La línea:** que determina límites para constituyentes peligrosos que eliminarían una cantidad sustancial de medios contaminados de bajo riesgo de reglamentación como RP, mientras que las áreas altamente contaminadas estarían sujetas a los estándares de la ley de conservación y recuperación de recursos (RCRA) tradicionales.
- **Manejo Unitario:** excluye a todos los residuos de restauración de reglamentación como Residuos Peligrosos, sin importar la concentración de los constituyentes peligrosos, y aplica también a los que no son medidos. Estos son manejados bajo un plan de acción de remediación que es específico para cada sitio. Entre sus requisitos se incluyen estándares de manejo para el almacenaje dentro y fuera de la instalación, las tecnologías de tratamiento a ser utilizadas, y el método y la ubicación de la disposición del residuo.

Acerca de las dos propuestas la opción de la línea es muy difícil de implementar y por consiguiente no debe ser utilizada, principalmente por la dificultad en el muestreo para determinar si el suelo está sobre o bajo la línea. La opción de manejo unitario también fue desechada ya que no garantizaba la protección porque no establecía estándares nacionales uniformes. Acerca de la propuesta HWIR-Media, quedó claro que hay desacuerdos fundamentales en varios asuntos de manejo de residuos de restauración.

³⁹ (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/id/hwirmedia.htm>)

CAPITULO 5

ANÁLISIS Y ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA EN MATERIA DE RESIDUOS INDUSTRIALES

5.1 ALTERNATIVAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO⁴⁰

Uno de los grandes desafíos que enfrenta el país es la modificación de las tendencias y percepciones sobre el manejo y disposición final de los residuos industriales peligrosos. Ello implica romper la inercia de conductas que durante años ha propiciado el almacenamiento de dichos residuos en los patios de las empresas; su vertimiento en los drenajes o tiraderos municipales de basura y tantas otras modalidades de eliminación ambientalmente inadecuadas. Se trata, pues, de abandonar esas conductas y reemplazarlas por otras en las que su manejo sea respetuoso del ambiente, a partir de un enfoque en el cual se establezca una "jerarquía en la administración de los residuos peligrosos", basada en la adopción de las siguientes opciones, citadas de acuerdo con la prioridad que se les asigna:

- Reducción de la generación.
- Reciclado.
- Tratamiento: físico, químico o biológico.
- Incineración.
- Confinamiento controlado.

Se entiende que ese orden podrá ajustarse temporalmente a las condiciones particulares tanto de las industrias generadoras de los residuos como de los recursos disponibles para ello, hasta alcanzar la meta de reducir su generación mediante el empleo de tecnologías limpias de producción, acopladas con procesos de reuso y reciclaje de residuos.

5.1.1 Factores clave para la gestión ambientalmente adecuada de los Residuos Peligrosos (RP)

El progreso de una etapa a otra no puede darse si no se toman en cuenta los factores y requerimientos que se describen a continuación:

> Percepción y participación empresarial.

Un paso fundamental para lograr el cambio de actitudes y comportamientos de los generadores de RP consiste en que éstos identifiquen que reducir su generación puede ser un buen negocio y que incluso es posible incrementar su competitividad en los mercados. Ello implica poner a su alcance información que les permita establecer juicios sobre la conveniencia de este enfoque. En particular, conviene difundir aquella que muestre las ventajas de emplear procesos limpios de producción en los que se haga un uso eficiente de la energía y de los materiales y que identifique las opciones de organización de sectores industriales afines en los que los residuos de unos sean aprovechados por otros.

⁴⁰ INFORMACIÓN OBTENIDA DEL ESTUDIO QUE REALIZARON LOS ASESORES DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, CRISTINA CORTINAS DE NAVA Y ALEJANDRO CANO, EN "ALTERNATIVAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO" PARTE III (CONTRIBUCIONES ESPECIALES)

A esto debe sumarse información sobre los ahorros que implica reducir la generación de residuos, al evitar los costos de su tratamiento, transporte y disposición final; así como disminuir posibles daños a la salud y al ambiente, y evitar los riesgos de clausuras y multas por violaciones a las leyes ambientales.

> Internalización de los costos ambientales

La adopción del principio de "el que contamina paga", se ha puesto en práctica mediante dos tipos de procedimiento: difusión y divulgación de información, y verificación de su cumplimiento mediante inspecciones a las empresas. Aunado a lo anterior, se ha hecho uso de una variedad de instrumentos económicos cuyo propósito es inducir la incorporación de tecnologías apropiadas, tanto de control de los residuos al final de los procesos como de reducción de su generación en la fuente. A lo cual se agrega la concertación de acuerdos voluntarios con las industrias o la adopción (por iniciativa de éstas) de procedimientos de autorregulación y el establecimiento de metas cuantitativas a ser alcanzadas gradualmente.

> Estrategias para reducir la generación y los riesgos de los RP

El concepto del "ciclo de vida" aplicado a los materiales, procesos y productos ha llevado a buscar sustitutos de materias primas peligrosas, lográndose con ello evitar la generación de residuos peligrosos, en particular en la industria química. En la actualidad, se promueve la incorporación de estos conceptos en el currículum de las carreras profesionales en las instituciones de educación superior pertinentes; de manera que los diferentes tipos de diseñadores de procesos de producción, de productos, de edificaciones, de aeropuertos realicen sus diseños con enfoques respetuosos del ambiente.

> Cooperación tecnológica para el desarrollo industrial

El proceso tradicional de "transferencia de tecnología", consiste en desplazar una tecnología del país generador al país en el que se necesita o del laboratorio en el que se desarrolla a la industria que la requiere, éste está siendo reemplazado por el denominado "cooperación tecnológica", en el cual se incorpora una amplia gama de objetivos para lograr el verdadero desarrollo y fortalecimiento industrial a largo plazo. Lo anterior implica que debe brindarse a los industriales una gama de posibilidades tecnológicas para reducir la generación y para manejar racionalmente sus residuos peligrosos, así como apoyarlos a conformar programas de mantenimiento y servicios tecnológicos.

> Esquemas para la consolidación de infraestructura para el manejo de los residuos peligrosos

El alto costo de las instalaciones para el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos lleva a plantear la necesidad de considerar las economías de escala, de manera que se hagan rentables las inversiones en la materia al planear cuidadosamente los sitios en los que se ubicarán para que éstos sean estratégicos y lo más cercanos de las fuentes generadoras.

> Integración de grupos focales

Una estrategia que ha rendido buenos frutos ha sido la integración de grupos focales constituidos por representantes de empresas que trabajan en un sector específico y que tienen problemas similares de generación de residuos peligrosos; en ellos se analizan cuestiones, sobre las regulaciones a las que deben ajustarse y de las opciones tecnológicas a su alcance. Las instituciones de investigación y educación superior en la República Mexicana, junto con las asociaciones de profesionales relacionadas con el campo, pueden jugar un papel catalizador al ofrecer esa asesoría de alta calidad que requieren los empresarios, para que éstos no estén a merced de comerciantes de tecnologías sin escrúpulos que no les resuelven sus problemas. Así como el establecimiento de unidades públicas de información que cuenten con datos sobre las tecnologías que requieren los industriales, y la elaboración de directorios de empresas consultoras especializadas y de servicios de mantenimiento y reparación de instalaciones y equipos.

Un ejemplo a seguir, es el adoptado por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Esta institución ha instalado en diferentes ciudades de la República las llamadas "Unidades de Enlace para la Eficiencia Energética" (U3E), las cuales realizan las siguientes actividades:

1. Promover cursos para consultores.
2. Organizar visitas de expertos extranjeros para compartir sus experiencias con consultores nacionales.
3. Elaborar diagnósticos generales sobre el uso de energía en las empresas (sin costo alguno para éstas).
4. Recomendar —con base en los diagnósticos— a las empresas consultoras que puedan hacer análisis más detallados y proponer soluciones específicas.
5. Mantener una biblioteca de estudios de caso, a fin de que las empresas interesadas cuenten con un servicio de consulta.
6. Mantener catálogos de productos, servicios y proveedores.
7. Enlazar empresas con fuentes de financiamiento preferenciales (NAFIN, Uniones de Crédito).

Un aspecto interesante del esquema de la CONAE es que en todos los proyectos se calcula la magnitud del ahorro en términos tanto de energía como monetarios, lo que permite calcular el tiempo necesario para que las inversiones proyectadas se paguen solas.

Las instituciones de investigación y educación superior del país están orientando sus esfuerzos en este sentido, como la Universidad Nacional Autónoma de México, que a través de su Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA) desarrolla un proyecto para sumar las capacidades de sus diferentes institutos, centros y facultades con el fin de apoyar al sector público en la consolidación de sus actividades relativas a la gestión de los residuos peligrosos. Entre estos apoyos destaca la elaboración de un mapa territorial de zonas apropiadas para establecer confinamientos de residuos peligrosos en los que su disposición esté controlada.

Otro ejemplo es el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey (ITESM) que brinda asesoría tecnológica y capacitación en la materia a pequeñas y medianas empresas, como parte de los programas que impulsa el sector público.

Es indudable que los riesgos de los residuos peligrosos no pueden disociarse de los de las sustancias tóxicas o materiales peligrosos que los conforman, por lo cual es preciso fomentar la evaluación y el

control de esos riesgos a lo largo del ciclo de vida integral de dichas sustancias y no sólo en su fase final, cuando ya se han convertido en residuos peligrosos. El empleo del método de evaluación de riesgos tiene como ventaja que ofrece elementos objetivos para establecer prioridades de acción.

Todo lo expuesto plantea la necesidad de fomentar y fortalecer todas las formas de coordinación y concertación intersectorial, como la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest), conformada por las Secretarías de Salud, Desarrollo Social, Agricultura y Recursos Hidráulicos y Comercio y Fomento Industrial.

5.2 LA MEDICIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE LA SALUD⁴¹

Los efectos adversos sobre la salud y el ambiente en general suelen ser de difícil medición, no sólo por las dificultades técnicas y la complicada interpretación de los estudios acerca de las interrelaciones entre el hombre y su entorno, sino también por la dificultad misma para asignar un valor real a dichos efectos. En un caso extremo nace la pregunta de cuánto vale, en sí misma, la vida de un ser humano, a lo cual no se le aplica un criterio ético. No obstante lo anterior, existe una serie de efectos económicos y sociales que se asocian con los daños a la salud y al ambiente que si son susceptibles de medición, tales como la pérdida de recursos alimentarios por la disminución de una especie de peces afectada por la presencia de un contaminante en un lago o bien los costos médicos y hospitalarios de una población expuesta a un contaminante tóxico que le provocó una afección.

5.2.1 Aplicación del análisis costo-beneficio en la elaboración de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Las normas en materia ambiental tienen repercusiones de índole macro y microeconómica, comercial y de otro carácter no específicamente ecológico, debido a su observancia generalizada y obligatoria. La Ley Federal de Metrología y Normalización de 1992 hace necesario aplicar el análisis costo-beneficio para sustentar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's). Lo que origina que las instituciones proponentes de cada norma, acompañen su propuesta de una valoración de los beneficios potenciales que se espera deriven de la puesta en vigencia de la norma, así como de los costos asociados con la misma. Los requerimientos que la ley establece al respecto son los siguientes:

1. Descripción de los beneficios y de los costos potenciales de la norma, incluyendo los que no pueden ser cuantificados en términos monetarios e identificación de aquellas personas o grupos que serán beneficiados.
2. Cuantificación de los beneficios netos potenciales de la norma, incluyendo una evaluación de los efectos que no pueden ser cuantificados en términos monetarios.
3. Justificación del por qué la NOM propuesta, permitirá alcanzar el objetivo deseado con el mayor beneficio neto, incluyendo una descripción de otros mecanismos que permitan alcanzar el mismo objetivo con mayor beneficio neto que la NOM propuesta y las razones legales o de otra índole por

⁴¹ ESTUDIO REALIZADO POR CARLOS MUÑOZ VILLARREAL, ASESOR DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, EXPONE QUE LOS EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE EN GENERAL.

las cuales estos mecanismos no fueron adoptados; o bien, la especificación de que no existen otros mecanismos alternativos.

La institución responsable de emitir las NOM's en materia de ecología (El Instituto Nacional de Ecología (INE)), debe realizar un análisis costo-beneficio de la norma en cuestión. También conviene anotar que la evaluación que proviene de un análisis costo-beneficio, aplicado a la emisión de normas, no se reduce a la valoración macroeconómica de sus efectos. Se pretende valorar también aquellos efectos que inciden sobre los grupos sociales más afectados, el estímulo al desarrollo de tecnologías relacionadas con aquello que se norma, los efectos colaterales sobre la salud y la protección ambiental, etc.

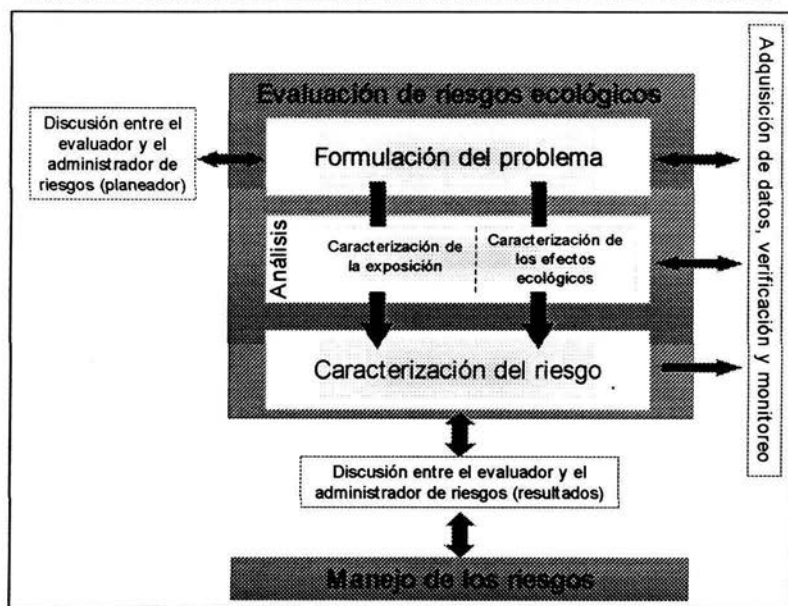
5.2.1.1 La estimación de los costos y beneficios

Identificar los costos y beneficios y medirlos es ciertamente complicado. En un sector como el de la protección ambiental, en donde se involucran variables muy heterogéneas, a las cuales es difícil asignarles valores, la interpretación y la asignación correcta de este tipo de costos y beneficios dependerán más que nada del conocimiento del área y de la capacidad de construir cadenas de causa-efecto que se traduzcan en términos monetarios. Un ejemplo de esto puede ser la estimación del ahorro que se generaría con la normalización de ciertas condiciones del manejo de los RP en la rama industrial de pinturas y solventes, realizada a partir de conocimiento del número de obreros registrados en el sector y de estimar los costos por tratamiento médico y ausencias laborales, en caso de que el manejo de esos materiales no esté regulado o no se cumpla con la regulación actual. En la estimación de los costos hay que incluir instalaciones, equipo, personal requerido, insumos y, en general, todo tipo de erogaciones causadas por la aplicación de una norma.

5.3 EVALUACIÓN DE RIESGO ECOLÓGICO DERIVADO DEL MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Al igual que sucede con la evaluación y el manejo de los riesgos relacionados con la salud humana, en el caso de los riesgos ecológicos se ha establecido un proceso de evaluación en fases, que se inicia con la formulación del problema, ya sea a partir del conocimiento de la existencia en el ambiente de una sustancia tóxica cuyos efectos se desea evaluar o al contrario de la identificación de especies que presentan efectos adversos cuyo origen se desea determinar. El paso siguiente consiste en analizar la exposición y los efectos a considerar, para proceder a estimar y caracterizar el riesgo (figura 5.1).

Figura 5.1. Marco para la evaluación de riesgos ecológicos

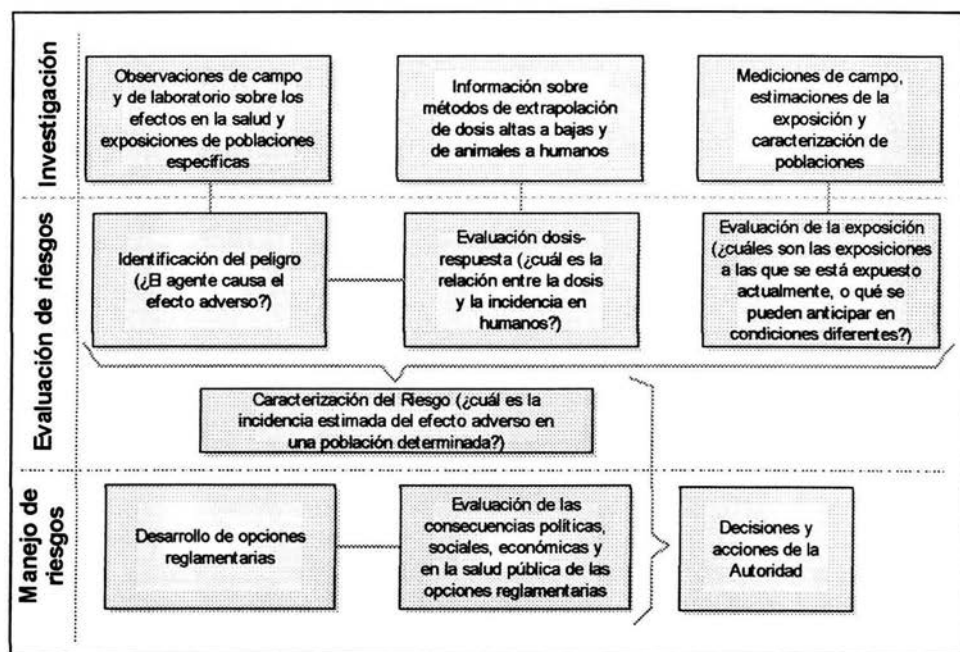


FUENTE: EPA, 1992.

5.3.1 Elementos para el manejo y evaluación de riesgos

Los elementos que intervienen en la evaluación de riesgos son de carácter científico y técnico e involucran investigación y realización de muestreos y observaciones de campo, todo lo cual implica la participación de múltiples disciplinas. Los resultados de esta evaluación, se constituyen en el insumo para los tomadores de decisiones que deberán determinar cuándo se justifica el establecimiento de medidas para mitigar los riesgos y de qué tipo deben de ser éstas. (Figura 5.2).

Figura 5.2. Elementos de la evaluación de riesgos y manejo de riesgos



FUENTE: EPA 1992

5.3.2 Instrumentos para el manejo de riesgos

> Requisitos legales

Los requisitos legales para la prevención y reducción de los riesgos de las sustancias peligrosas, incluyen especificaciones normativas respecto de la información que se debe proporcionar a los consumidores y a los trabajadores; las modalidades de envasado, almacenamiento, transporte, manipulación, aplicación y disposición final; los límites máximos permisibles en productos de consumo, medios ambientales o fluidos y tejidos corporales; restricciones de uso; pautas de producción, entre otras.

> Etiquetado

El etiquetado de las sustancias tiene como objeto comunicar a los consumidores de las mismas o a quienes las manejan mensajes que informan acerca de la peligrosidad de las sustancias contenidas en los productos de consumo, así como relativos a las formas de manejo que pueden ayudar a prevenir sus riesgos, al igual que medidas de primeros auxilios en caso de que ocurran intoxicaciones o derrames.

> Hojas de Seguridad de los Materiales

Las Hojas de Seguridad de los Materiales (HSM), constituyen una herramienta de comunicación de peligro y riesgo a la salud de los trabajadores y de los usuarios finales que pueden verse expuestos a las sustancias químicas, elaborada por quienes las manufacturan (figura 5.3.).

Figura 5.3. Hojas de seguridad de los materiales

¿Qué son las hojas de seguridad de los materiales?	¿Cuáles son los usos de las hojas de seguridad?
<ul style="list-style-type: none">• Constituyen una herramienta de comunicación.• Son documentos específicos sobre cada producto químico.• Son elaboradas por quienes manufacturan los productos químicos.• Constituyen documentos públicos:<ul style="list-style-type: none">- Proporcionados para dar cumplimiento a requerimientos legales.- Proporcionados en respuesta a solicitudes	<ul style="list-style-type: none">• Se emplean en el transporte de los materiales peligrosos.• Se utilizan para comunicar los peligros a la salud de los trabajadores y los usuarios finales.• Se aplican como medidas de cautela o precaución.• Sirven de apoyo a las respuestas a emergencias.• Proporcionan información ambiental para orientar a los tomadores de decisiones.• Contienen recomendaciones para la disposición final de las sustancias.

FUENTE: INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

Toda empresa que maneje sustancias peligrosas, debe de contar con las HSM para cada una de ellas, y debe de entrenar a sus trabajadores a manejarlas de acuerdo con las indicaciones que contienen y preparar la infraestructura y recursos materiales que se requieran en caso de accidentes e intoxicaciones que las involucren. (Figura 5.4.).

Figura 5.4. Aspectos que cubren las hojas de seguridad de los materiales

- El nombre del producto y la compañía que lo produce.
- La composición de los ingredientes de los productos.
- La identificación de los peligros.
- Las medidas de primeros auxilios.
- Las medidas para combatir incendios.
- La liberación accidental de las sustancias.
- Su manejo y almacenamiento.
- Los controles de la exposición y la protección personal.
- Las propiedades físicas y químicas.
- La estabilidad y la reactividad.
- Los aspectos toxicológicos.
- Los aspectos ecológicos.
- Las consideraciones sobre la disposición final.
- El transporte.
- Las regulaciones.
- Otros aspectos.

FUENTE: INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

5.3.3 Programa de Responsabilidad Integral

Este Programa es considerado por la Industria Química que lo desarrolló e implantó, como una nueva forma de administrar los negocios a nivel mundial, mediante la adopción voluntaria de las medidas necesarias para resolver los problemas ambientales, de salud y seguridad originadas por sus operaciones de manera responsable. Mediante este Programa, promovido por la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), se busca que las empresas que lo adopten transformen su cultura y desarrollen un proceso de mejora continua que les permita, en primer lugar, cumplir con las legislaciones en la materia, mantener una relación armónica con las autoridades gubernamentales y alcanzar los niveles de desempeño que les facilite competir en los mercados nacionales e internacionales. (Figura 5.5.).

Figura 5.5. Elementos del Programa Responsabilidad Integral (RI) de la Industria Química



FUENTE: INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

El Programa consta de siete Códigos de Prácticas Administrativas, de los cuales el Programa de Seguridad del Producto es uno de ellos. El propósito de este último, es promover el manejo seguro y responsable con el medio ambiente de todos los productos que fabrica la Industria Química, mediante la aplicación de las Prácticas Administrativas basadas en los principios generales de responsabilidad integral, protegiendo así la salud y reduciendo el impacto al medio ambiente.

5.3.4 Educación, capacitación y comunicación de riesgos⁴²

> Educación

En particular, es conveniente introducir en la educación formal en las distintas carreras profesionales pertinentes, los conceptos de producción limpia y de química sustentable, orientada a minimizar las emisiones tóxicas al ambiente y la generación de residuos peligrosos.

⁴² INE 2000 PROMOCION DE LA MINIMIZACION Y EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

> Capacitación

En el campo de la seguridad química, la capacitación busca: contribuir al desarrollo de las destrezas y capacidades que requiere el personal del sector público y privado involucrado en la gestión y manejo de sustancias peligrosas para prevenir y atenuar sus riesgos. Al desarrollar programas de capacitación, se debe de tomar en cuenta que:

- a. Los responsables de la operación de empresas en las que se generan o manejan materiales peligrosos, requieren conocer cuáles son las características que hacen peligrosos a dichos materiales, las condiciones que en sus plantas pueden conllevar riesgos, las disposiciones regulatorias que aplican en la materia, así como las medidas técnicas o de otra índole que deben adoptar para prevenir los riesgos para la salud de sus trabajadores, la población y el ambiente alrededor de sus empresas. A la vez, deben desarrollar las habilidades para realizar balances de materiales y estimar emisiones al aire, descargas al agua y generación de residuos peligrosos a partir de ellos, a manera de identificar oportunidades para hacer más limpios sus procesos y minimizar la generación de desechos, sobre todo peligrosos.
- b. Los trabajadores que manejan los materiales peligrosos, necesitan saber acerca de la peligrosidad de los mismos, de los equipos y medidas de seguridad que deben utilizar o aplicar para proteger su salud y evitar que se produzcan explosiones, incendios, fugas o derrames.
- c. El personal de laboratorios de análisis requiere estar actualizado respecto de los procedimientos para realizar muestreos confiables y costo-efectivos de los materiales peligrosos y los métodos analíticos adecuados para determinar la magnitud de la contaminación o de la exposición resultante de su liberación al ambiente.

5.4 ENFOQUES PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Entre los problemas ambientales más apremiantes que hasta ahora han conllevado las actividades industriales de la transformación y de otra índole, que involucran el manejo de materiales peligrosos, se encuentran:

- a. La generación excesiva de desechos, resultado de una ineficiencia productiva, los cuales son emitidos a los distintos estratos ambientales (aire, agua, suelos).
- b. El consumo excesivo de energía por unidad de producto.
- c. El uso indiscriminado de insumos, incluyendo los que son altamente peligrosos.
- d. Situaciones de riesgo que frecuentemente desembocan en accidentes.
- e. Baja tasa de aprovechamiento de residuos reciclables.

El enfoque inicial para reducir la contaminación ambiental por sustancias químicas en tales actividades, seguido en todos los países incluyendo México, estuvo centrado al final de los procesos; es decir, en retener en filtros los contaminantes que se emiten por chimeneas, en poner plantas de tratamiento de aguas residuales que concentran en forma de lodos los contaminantes, y en dar un manejo controlado a los residuos sólidos peligrosos remanentes.

Hoy en día, la política ambiental de México, y la nueva legislación ambiental, ponen énfasis en la prevención de la contaminación, más que en la reducción al final de los procesos (final del tubo), entre otros, mediante:

- a. La sustitución de materiales peligrosos como insumos de procesos.
- b. El rediseño de productos de consumo para evitar que generen residuos en exceso o que sean peligrosos.
- c. La adopción de procesos más limpios de producción.
- d. El establecimiento de buenas prácticas de operación.
- e. El reciclado, reuso o regeneración de residuos.

5.5 CRONOLOGÍA DE ACCIONES TOMADAS EN MÉXICO EN MATERIA DE RP

1992

En lo que respecta a la Procuraduría General de Protección al Ambiente (Profepa), inició un Programa Nacional de Auditorías Ambientales, paralelo al de verificación de la industria. La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), define como auditoría ambiental, "al examen metodológico de las operaciones de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger el medio ambiente". (Artículo 38 bis)

1996

Modificaciones introducidas a la LGEEPA; se incorporó la facultad de la Semarnap ahora Semarnat de promover la creación de centros regionales de apoyo a la pequeña y mediana industria, con el fin de facilitar el desarrollo de Auditorías ambientales en dichos sectores (Artículo 38).

Para fortalecer este proceso, la Profepa estableció un proceso de certificación de auditores ambientales, apoyado por Colegios e Instituciones Académicas. También se instituyó el certificado de Industria Limpia como un reconocimiento a las empresas que concluyen el cumplimiento de los planes de acción derivados de las Auditorías ambientales.

A su vez en un esfuerzo orientado a modernizar la regulación directa de las empresas, el Instituto Nacional de Ecología (INE), ha desarrollado el Sistema Integrado de Regulación Directa y Gestión Ambiental (SIRG), que involucra cambios en las formas de otorgar permisos, licencias y autorizaciones ambientales a las empresas, al integrar en un trámite único (la Licencia Ambiental Única) y coordinar las decisiones a partir de una visión integral.

1998

Asimismo, el Instituto Nacional de Ecología, conjuntamente con el Programa Universitario de Medio Ambiente(PUMA), publicó los Lineamientos para la Elaboración y Desarrollo del Programa Voluntario de Gestión Ambiental de la Industria en México, los cuales buscan contribuir a:

- a. Un sistema de regulación y autorregulación que aproveche adecuadamente el beneficio que las tecnologías más limpias representan para cada empresa particular.
- b. Un enfoque preventivo multimédicos que minimice la emisión total de contaminantes, ahorre energía y recursos, en lugar de enfoques parciales que en muchos casos no hacen más que transferir

contaminantes de un medio a otro, haciendo más compleja, costosa e inefectiva la protección al ambiente.

- c. La modernización de la administración pública de manera que las actividades de prevención sean un motor del crecimiento industrial.
- d. El desarrollo de programas de gestión ambiental, elaborados y desarrollados de manera libre y autónoma por las empresas que así lo deseen y que asuman el compromiso de impulsar una mejora continua de su desempeño ambiental.

Aunado a todo lo anterior, se están multiplicando los arreglos institucionales, el desarrollo de manuales, guías o lineamientos y el acceso a recursos financieros para establecer programas de fomento a la producción limpia y en general, para realizar proyectos que prevengan la contaminación de todos los estratos ambientales, acerca de los cuales se citan algunos ejemplos. En el marco de las actividades que desarrollan los Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y para el Desarrollo Industrial (ONUDI) en este campo, el Instituto Politécnico Nacional recibió apoyo para la creación del Centro Mexicano de Producción Más Limpia (CMPML), con objeto de proporcionar asistencia técnica, diseminar información y ofrecer educación y entrenamiento para prevenir la contaminación y minimizar la generación de residuos en la fuente.

Por su parte, la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ, con apoyo de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra) y de industrias localizadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el marco de la cooperación que brinda a la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), desarrolló una serie de manuales destinados a facilitar la minimización, tratamiento y disposición de residuos peligrosos e industriales en varios giros que incluyen:

- Fundición,
- Industria química,
- Metal-mecánica,
- Industria textil,
- Galvanoplastia
- Imprenta.

5.6 INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES Y CALIDAD DE LA MISMA

La información a la que se hace referencia, debe comprender datos que permitan:

- a. Conocer la identidad y peligrosidad de las sustancias
- b. Estimar la exposición potencial a ellas y las condiciones en las que esta se produce
- c. Determinar la magnitud de los efectos adversos sobre la salud y los ecosistemas
- d. Cuantificar los beneficios derivados del manejo de las sustancias y los costos de las afectaciones que ocasionan
- e. Definir las inversiones realizadas para su control por parte de los sectores público y privado
- f. Identificar los productos y procesos que las involucran
- g. Evaluar los resultados de su gestión. (figuras 5.6 y 5.7)

Figura 5.6. Datos básicos para evaluar la peligrosidad y los riesgos de las sustancias químicas

Identidad y peligrosidad de las sustancias	Datos para estimar la exposición	Datos para evaluar efectos
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre común y químico • Registro CAS* • Propiedades: <ul style="list-style-type: none"> - Físicas - Químicas - Toxicológicas - Ecotoxicológicas - Persistencia - Biodegradabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes en cada fase del ciclo de vida • Patrones de uso • Volumen producido, importado o emitido • Productos y procesos que las involucran • Concentraciones en medios ambientales (aire, agua, suelo, sedimentos) • Cantidad de la sustancia en contacto con receptores • Ingestión diaria de alimentos y bebidas contaminadas • Volumen inhalado de contaminantes • Cantidad de sustancia absorbida 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de morbilidad o mortalidad por padecimientos o alteraciones asociadas a la exposición

CAS: CHEMICAL ABSTRACT SERVICE

Figura 5.7. Datos para evaluar costo-beneficio y desempeño de la gestión de sustancias químicas

Indicadores Económicos	Indicadores de gestión	Indicadores de resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Contribución de las actividades que las involucran al: <ul style="list-style-type: none"> - Empleo - Ingreso • Costos de efectos en salud • Costos ambientales • Costos de la prevención y control • Costo de la aplicación de la ley • Costo de las sanciones por incumplimiento de la ley 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones involucradas • Legislación • Inspecciones • Sanciones • Presupuesto por programas • Sistemas de muestreo • Restricciones de uso • Acuerdos voluntarios • Auditorías ambientales • Controles de importación 	Reducción de: <ul style="list-style-type: none"> • Emisiones al aire • Descargas al agua • Generación de residuos • niveles de concentración en medios ambientales • niveles de exposición • frecuencia de accidentes • número de intoxicaciones

CAS: CHEMICAL ABSTRACT SERVICE

5.7 FUENTES DE DATOS SOBRE LA SITUACIÓN NACIONAL DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL COMERCIO

En México, son múltiples y variadas las fuentes que generan datos sobre distintos aspectos relacionados con las sustancias químicas; sin embargo, cada una de ellas atiende a objetivos particulares que no necesariamente concuerdan o son útiles para la estimación de la exposición y la evaluación de los riesgos de sustancias peligrosas. A lo cual se suma el hecho de que los datos, no siempre están disponibles o fácilmente accesibles. Además, en muchos casos, se trata de datos que no han sido procesados ni analizados, y sobre los cuales no se ha establecido ningún control de calidad, por lo cual no pueden considerarse propiamente como información.

5.8 REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES (RETC)

En México, se han dado los primeros pasos para el desarrollo de este tipo de registro, como parte del sistema integral de gestión ambiental de las industrias y con base en una lista de sustancias seleccionadas a partir de criterios establecidos por el grupo intersectorial que participó en el diseño del Registro. Para su implantación, se realizó un estudio piloto en Querétaro con apoyo del Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional y la Investigación (UNITAR), en el cual se contó con la participación voluntaria de la industria para la estimación de sus emisiones al aire, descargas al agua y generación de residuos conteniendo las sustancias tóxicas seleccionadas. La información sobre las características del RETC y los resultados del estudio piloto están disponibles a través de la página Internet del Instituto Nacional de Ecología. (<http://www.ine.gob.mx>)

5.9 INFORME DE ESTADÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE

En 1994, el Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), publicó por primera vez este Informe, que aparece cada dos años y da continuidad a los Informes Generales que en Materia de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, venían publicando las autoridades ambientales desde 1986. En estos informes, se ha incluido una sección relativa a los Productos Químicos Tóxicos, además de otras que hacen referencia a diversos aspectos que involucran a sustancias peligrosas, como son la contaminación del aire y el agua, el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono, la generación de residuos peligrosos.

5.10 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS

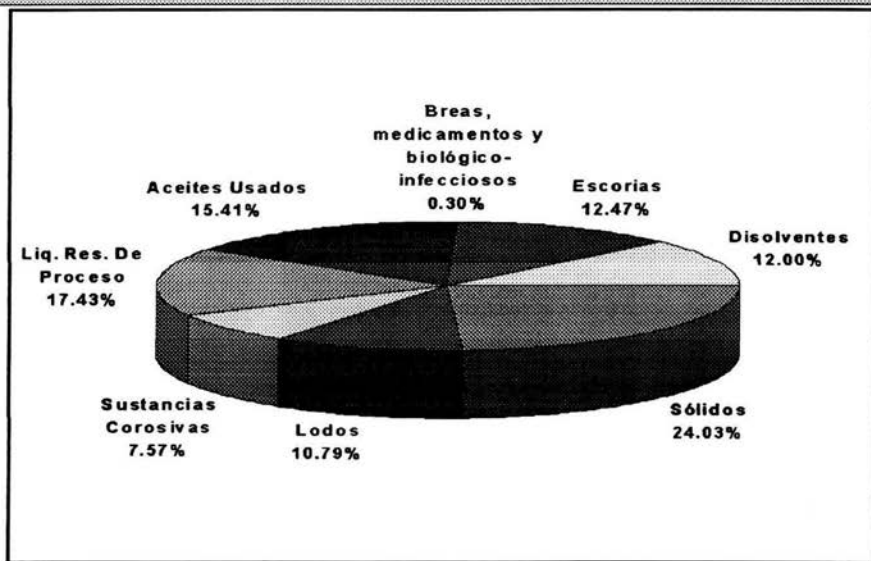
Se han llevado a cabo diversos estudios para estimar la generación total anual de residuos industriales peligrosos en México, a continuación se resume uno realizado a partir del análisis de los manifiestos de generación de 3,000 empresas recibidos por el INE entre 1989 y 1996, que es el último censo que se tiene hasta la fecha en cuanto a análisis de este tipo y se expone a manera de ejemplo. Para efectuar dicho análisis, se depuró y organizó la información contenida en los manifiestos de la siguiente manera:

- a. Homogeneizando las unidades (litros, metros cúbicos, kilogramos, piezas, tambos y cajas), mediante factores de conversión que permitieron traducirlas en toneladas.
- b. Agrupando los residuos en grupos y subgrupos, con base en sus características físicas, químicas, corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, así como de acuerdo con los procesos que los generan.
- c. Agrupando a las empresas generadoras de acuerdo con el sector, subsector y giro industrial correspondiente, así como con su distribución geográfica.
- d. Los manifiestos que contenían información incompleta o imprecisa no fueron tomados en consideración al realizar el análisis. Dado que la estimación del volumen de generación de los residuos se hizo a partir del ajuste de las unidades (siguiendo los cálculos que se incluyen en el anexo A), los datos que aquí se presentan deben de ser manejados con cautela.

Como se aprecia en la figura 5.8:

1. Los residuos peligrosos generados en mayor cantidad son los sólidos, principalmente provenientes de las industrias textil, de pieles, del asbesto, de piezas automotrices y otras.
2. Los líquidos residuales de proceso ocupan el segundo lugar en volumen de generación y provienen principalmente de las industrias productoras de sustancias químicas, derivados del petróleo y el carbón, hule y plástico, así como de la industria textil, del cuero, metal básica y de minerales no metálicos.
3. Los aceites usados les siguen en abundancia, generados por los servicios de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo de todos los giros industriales, así como en transportes.
4. Las escorias también son muy abundantes, siendo principalmente generadas por las industrias metálicas básicas y de productos metálicos, maquinaria y equipo.
5. Los disolventes usados se generan prácticamente en todos los sectores industriales en donde se emplean, entre otros, para la limpieza de maquinarias y equipos, así como en los procesos de la industria química.

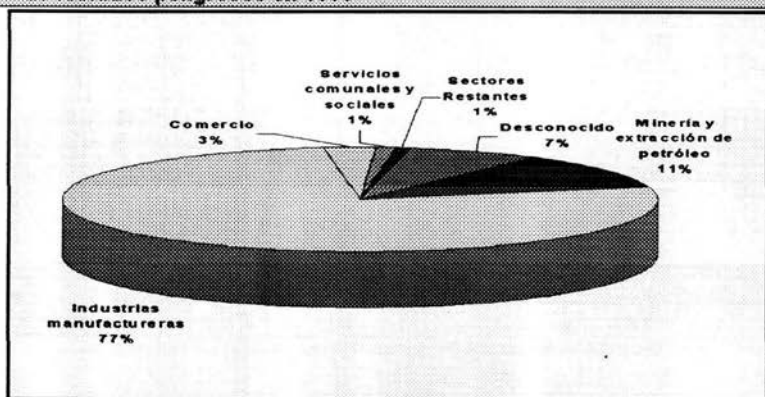
Figura 5.8. Proporción de residuos peligrosos generados por el sector industrial en 1996



Fuente: INE, 1997.

La razón por la cual no aparecen prácticamente representados los residuos biológico-infecciosos en estas estadísticas, es que los manifiestos analizados cubren, sobre todo, el periodo previo a la entrada en vigor de la NOM-087. En la figura 5.9 se observa que es el sector manufacturero (que incluye a la industria maquiladora) el que genera el mayor volumen de residuos peligrosos, seguido por la minería y extracción de petróleo.

Figura 5.9. Participación de los sectores industriales en la generación de residuos peligrosos en 1996



FUENTE: INE, 1997

La figura 5.10. muestra la estimación de la generación de residuos peligrosos por subsector industrial y la importancia de la contribución de las industrias químicas, de productos derivados del petróleo y del carbón, así como del hule y plástico al respecto.

Figura 5.10. Estimación de la generación de residuos peligrosos por subsector industrial en 1996

SUBSECTOR	DESCRIPCIÓN	TOTAL TON/AÑO	PARTICIPACIÓN %
00	Desconocido	148,180.56	7.1437%
11	Agropecuario	16,490.34	0.7950%
13	Pesca	120.89	0.0058%
22	Extracción de Petróleo y Gas Natural	51,189.53	2.4678%
23	Extracción de Minerales Metálicos	113,073.23	5.4512%
29	Explotación de Minerales no Metálicos	65,218.75	3.1442%
31	Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	146,782.61	7.0763%
32	Textiles, Prendas de Vestir e Industria del Cuero	8,285.99	0.3995%
33	Industria de la Madera y Productos de Madera	18,050.29	0.8702%
34	Papel y Productos del Papel, Imprentas y Editoriales	13,385.65	0.6453%
35	Sustancias Químicas, Productos Derivados del Petróleo y del Carbón, de Hule y de Plástico	774,479.51	37.3371%
36	Productos Minerales no Metálicos (Excluye los Derivados del Petróleo y el Carbón)	165,688.03	7.9877%
37	Industrias Metálicas Básicas	152,840.42	7.3683%
38	Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo (Incluye Instrumentos Quirúrgicos y de Precisión)	314,286.32	15.1515%
39	Otras Industrias Manufactureras	5,172.25	0.2494%
41	Electricidad	589.62	0.0284%
50	Construcción	58.81	0.0028%
61	Comercio al por Mayor	52,423.36	2.5273%
62	Comercio al por Menor	5,533.56	0.2668%
71	Transportes	1,244.62	0.0600%

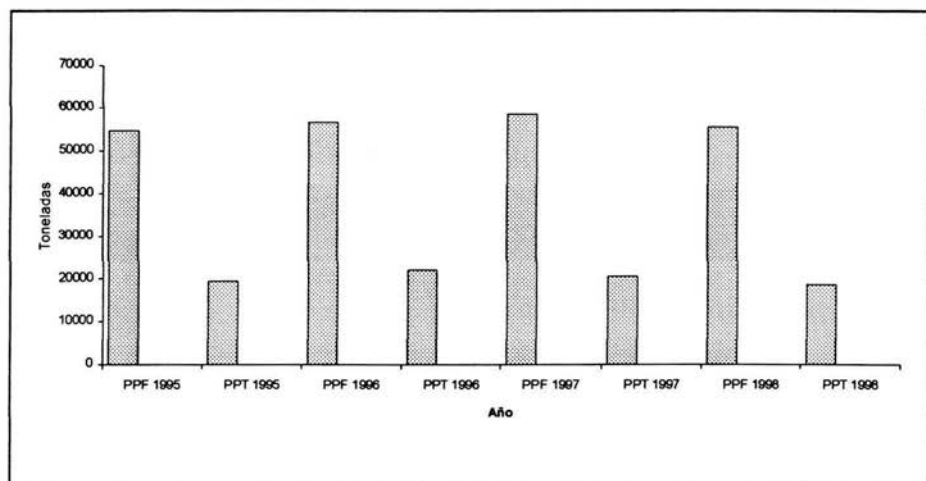
SUBSECTOR	DESCRIPCIÓN	TOTAL TON/AÑO	PARTICIPACIÓN %
83	Servicios de Alquiler De Inmuebles	143.70	0.0069%
92	Servicios Educativos, de Investigación Médicos, de Asistencia Social y de Asociaciones Civiles y Religiosas	13,529.67	0.6523%
93	Restaurantes y Hoteles	0.75	0.0000%
94	Servicios Recreativos y Deportivos	3.92	0.0002%
95	Servicios Profesionales, Técnicos, Especializados y Personales. Incluye los Prestados a las Empresas	40.39	0.0019%
96	Servicios de Reparación y Mantenimiento	6,849.24	0.3302%
97	Servicios Relacionados con la Agricultura, Ganadería, Construcción, Transportes, Financieros y Comercio	178.50	0.0086%
99	No Definido	447.12	0.0216%
TOTAL		2,074,287.63	100.0000%

FUENTE: INE, 1997.

5.11 INDICADORES DE PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y CONSUMO DESUSTANCIAS POTENCIALMENTE TÓXICAS

El volumen de producción minero-metalúrgica en el periodo 1989-1996, destaca la producción de arsénico, plomo, cadmio y manganeso, entre los metales potencialmente tóxicos. En la figura 5.11 se describe la producción nacional de plaguicidas formulados y técnicos de 1995 a 1998.

Figura 5.11. Producción Nacional de Plaguicidas Formulados y Técnicos de 1995 a 1998



FUENTE: INE 1999

El volumen de la producción de plaguicidas formulados y técnicos no han variado entre 1995 y 1998, se han mantenido en alrededor de 50 mil toneladas para los primeros y en cerca de 20 mil toneladas para

los segundos, de acuerdo con asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria AC (AMIFAC). Por su parte, las figuras 5.12 a 5.15, describen cuáles son los principales ingredientes activos de los fungicidas, herbicidas, insecticidas y de otros agroquímicos empleados durante 1995.

Figura 5.12. Principales ingredientes activos de fungicidas utilizados 1995

Ingrediente activo	%	Volumen (Kg./l)
Mancozeb	43.08	2 301.50
Clorotalonil	18.81	1 005.14
Oxicloruro de cobre	9.62	513.75
Hidróxido cúprico	4.94	264.10
Azufre	3.33	177.76
Tridemorf	2.15	115.12

FUENTE: AMIPFAC, 1995.

Figura 5.13. Principales ingredientes activos de herbicidas utilizados, 1995

Ingrediente activo	%	Volumen (Kg./l)
2,4-d	16.09	980.00
Paraquat	13.81	841.15
Atrazina	12.80	779.57
Sal isopropilam de g	12.18	741.61
2,4-D amina	8.32	506.68
Diurón	5.64	343.62
Ametrina	5.30	322.84

FUENTE: AMIPFAC, 1995.

Figura 5.14. Principales ingredientes activos de insecticidas utilizados, 1995

Ingrediente activo	%	Volumen (Kg./l)
Paratión metílico	37.47	2 447.54
Metamidofos	10.62	693.40
Endosulfán	6.14	401.22
Clorpirifos	5.92	386.95
Monocrotofos	4.81	313.91
Carbofuran	4.73	308.96

FUENTE: AMIPFAC, 1995

Figura 5.15. Principales ingredientes activos de otros agroquímicos utilizados, 1995

Ingrediente activo	%	Volumen (Kg./l)
Metalaxil	14.00	211.75
Nutrimientos foliares	10.67	161.39
Sal monoamónica	7.32	110.71
Tau fluvalinato	6.79	102.79
Dicloropropeno	6.24	94.46
Adjuvate	5.83	88.16
Cianamida hidra	5.78	87.42
Pinoleno	5.35	80.94
Ácido fosfórico	5.16	78.07

FUENTE: AMIPFAC, 1995.

5.12 REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES EN NUESTRO PAÍS⁴³

5.12.1 Convenio para la reducción de la exposición al plomo

La Cámara Minera de México (Camimex) suscribió en octubre de 1996 un convenio con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología, para apoyar a la industria que utiliza plomo en sus procesos o en sus productos a reducir su emisión al ambiente, promover el reciclado de residuos que lo contengan y disminuir la exposición de los trabajadores, mediante asesoría, intercambio de información y capacitación y en la figura 5.16 se muestran los avances de este convenio.

Figura 5.16. Avances de la instrumentación del convenio para reducir la exposición al plomo

Actividad	Acciones
1. Reunión con empresas que producen o emplean plomo	<ul style="list-style-type: none"> • Curso sobre manejo seguro de plomo, realizado en abril de 1997 en Monterrey, Nuevo León. Participaron las principales empresas que producen o emplean plomo en México.
2. Proyecto de demostración	<ul style="list-style-type: none"> • Programa piloto de reducción de riesgos por exposición a plomo, constó de 6 etapas: <ul style="list-style-type: none"> Etapa 1: Selección de planta e instalación piloto Etapa 2: Visita de evaluación y plan de trabajo Etapa 3: Trabajos de monitoreo ambiental y biológico Etapa 4: Análisis de la información y discusión con el personal de la planta: <ul style="list-style-type: none"> - Emisiones a la atmósfera por chimeneas - Muestreo perimetral de polvos - Muestreo perimetral de suelos - Auditoría ambiental fase I Etapa 5: Preparación de protocolo Etapa 6: Reporte final con recomendaciones Alcances: Se elaborará y difundirá un manual en el que se resumen las experiencias, beneficios y recomendaciones resultantes.
3. Creación de la base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Conjuntamente, la Camimex y el INE realizaron la definición del contenido de la base, la cual estará publicada en la página de Internet del INE, los temas que cubre son: <ul style="list-style-type: none"> - Aspectos Generales - Datos de producción, importación y exportación - Tecnologías de producción

⁴³CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; ORDAZ GUILLÉN, YOLANDA; RUIZ RUIZ, FERNANDO; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. *LO QUE USTED DEBE SABER SOBRE EL PLOMO*, SERIE PLOMO NO. 1. MÉXICO, D.F.: INE/SEMARNAP.

CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. 1995. *BASES PARA UNA ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA EN MÉXICO: EVALUACIÓN AMBIENTAL DE 5 RAMAS INDUSTRIALES*. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 6)

CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; ET AL. (COORDS.). 1994. *PREVENCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA RESPUESTA EN CASO DE ACCIDENTES QUÍMICOS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO*. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 5)

CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. 1993. *REGULACIÓN Y GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN MÉXICO, ENMARCADOS EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL*, MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 1)

CORTINAS DE NAVA, CRISTINA. 1996. *WORLDWIDE OVERVIEW OF HAZARDOUS WASTES. TOXICOLOGY AND INDUSTRIAL HEALTH*, VOL. 12, NO. 2, PAGES. 127-139.

		<ul style="list-style-type: none"> - Usos del plomo - Marco institucional y jurídico. - Plomo y salud humana - Plomo y ambiente
4.	Grupos de trabajo	<p>Riesgo: evaluación, manejo y comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se conformaron y contribuyeron en el curso del último semestre de 1999 a la <ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de propuestas de parámetros de emisiones en chimeneas y fugitivas de plomo y otros metales en industrias que procesen o produzcan plomo. - Elaboración de criterios, procedimientos y métodos para caracterizar y restaurar suelos contaminados con metales, incluyendo plomo.

FUENTE: INE 1999

5.12.2 Plan de Acción Regional sobre Bifenilos Policlorados

El objetivo del plan relacionado con los bifenilos policlorados está centrado en organizar e instrumentar acciones individuales y conjuntas entre los tres países del tratado de la zona de zona de cooperación (México, EUA y Canadá) para promover el manejo racional de estas sustancias a lo largo de su ciclo de vida integral, con la meta de lograr su eliminación virtual del ambiente en Norteamérica. Es importante mencionar que México nunca ha producido estas sustancias en su territorio, sino que las importó principalmente de Estados Unidos y que en la actualidad dicha importación no está autorizada. Hasta muy recientemente, México no contaba con infraestructura para el manejo y destrucción de este tipo de residuos clorados, pero en la actualidad ya se ha desarrollado, por lo cual ya no será necesario recurrir a su exportación para ser tratados en otros países.

5.12.3 Plan de Acción Regional sobre DDT

En el caso del DDT, empleado en Norteamérica sólo por México y únicamente en el combate al paludismo, los tres países convinieron en cooperar para identificar formas alternativas de interrumpir la transmisión de la enfermedad que constituyan un menor riesgo y que garanticen que el problema se mantiene bajo control, ya que 60 por ciento del territorio nacional se encuentra en una zona potencialmente palúdica y cerca de 40 millones de personas podrían encontrarse en riesgo de contraer la enfermedad si se pierde dicho control. En la figura 5.17 se resumen los avances en el cumplimiento de los planes de acción regional sobre cada una de las sustancias mencionadas previamente.

Figura 5.17. Avances en los Planes de Acción Regional de América del Norte

DDT	Bifenilos Policlorados
1. Estudios sobre control biológico de larvas de mosquitos vectores del paludismo con nemátodos parásitos en Oaxaca, México (1996).	1. El inventario estimado de BPC's, existentes en México es de 9500 toneladas.
2. Utilización de pabellones impregnados con deltametrina como medida complementaria para el control del paludismo (1997).	2. Autorización a una empresa para el tratamiento de BPC's líquidos por destrucción catalítica para concentraciones hasta 950000 ppm.
3. Evaluación en campo del piretroide deltametrina como posible sustituto del DDT para el control del paludismo en la costa de Oaxaca (1997).	3. Aprobación del protocolo de pruebas de una empresa para tratamiento de BPC's líquidos por el proceso de declaración en concentraciones de hasta 550000 ppm y la aprobación oficial en corto plazo.
4. Establecimiento de una planta de producción masiva de nemátodos parásitos de larvas de mosquitos vectores del paludismo en la costa de Oaxaca (1997).	4. Autorización de un incinerador para la disposición de BPC's líquidos en concentraciones de hasta 5000 ppm.
5. Estudio en proceso de alternativas para sustituir el DDT (1998).	5. Evaluación en proceso de dos empresas para el proceso de descontaminación de transformadores que contuvieron BPC's.
6. Elaboración e inicio del Plan de Acción para el control del paludismo con métodos alternativos en la región costera del estado de Oaxaca, 1998-2000 (Secretaría de Salud-Semarnat ahora Semarnat).	6. Evaluación en proceso de un incinerador para destrucción de BPC's líquidos.
	7. Autorización a cinco empresas que acondicionan BPC's líquidos y sólidos para su posterior envío a incineración en plantas localizadas en el extranjero.
	8. Se desarrolló y aprobó la Norma Oficial Mexicana para el manejo de BPC's por el subcomité respectivo; actualmente se revisa la manifestación de impacto regulatorio, la cual se enviará para aprobación del Comité Consultivo.
	9. De 1995 a diciembre de 1998 se han exportado 3211 toneladas de BPC's para su incineración en el extranjero.
	10. La importación a E.U.A. sólo lo permitió ese país por un año.

FUENTE: CFR 40 PART 761 POLYCHLORINATED BYPHENYLS (PCB'S) MANUFACTURING, PROCESSING, DISTRIBUTION IN COMMERCE AND USE PROHIBITIONS. JULY 1998.

5.13 PROBLEMAS LEGALES IDENTIFICADOS EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

Un análisis somero de los avances, vacíos e inconsistencias jurídicas en el campo de la regulación de los riesgos químicos, lleva a identificar la situación siguiente:

- Existen normas que fijan parámetros que deben medirse, sin que se cuente con procedimientos de muestreo ni métodos analíticos para la cuantificación de las sustancias incluidas en los parámetros.
- No existe una planeación normativa basada en la priorización de riesgos.
- Generalmente se carece de información diagnóstica para caracterizar la situación del país, que permita que las normas respondan a las necesidades y contextos locales.
- No existe armonización, en las distintas legislaciones, de la clasificación de las sustancias peligrosas y las actividades riesgosas que las involucran, así como tampoco se define el peligro y el riesgo de la misma manera.
- No se evalúa de manera sistemática y con indicadores previamente establecidos el desempeño de las normas, ni se les actualiza y adecua con la regularidad requerida con base en su cumplimiento.
- Existe redundancia normativa que provoca sobre regulación en vez de complementariedad y refuerzo mutuo.

5.14 PLANEACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN MÉXICO

5.14.1 Consideraciones tecnológicas

La tendencia mundial está orientada a la adopción de las mejores tecnologías disponibles a un costo no excesivo (concepto BATNEC por sus siglas en inglés), y operadas siguiendo buenas prácticas que abatan al máximo sus posibles riesgos. La gama de tecnologías disponibles en los mercados de servicios comprenden las que aparecen descritas en la figura 5.18.

Figura 5.18 .Tipos de tecnologías para el manejo de los residuos peligrosos

Clasificación	Operación	Clasificación	Operación
Disposición Final	Confinamiento controlado	Tratamiento físico	Adsorción (carbón activado)
			Aireación
Recuperación de ácidos			Centrifugación
Recuperación de energía	Calderas		Coagulación
	Hornos rotatorios		Cribado
Recuperación de metales	Alta temperatura		Destilación
	Electrólisis		Diálisis
	Fundición secundaria		Electro diálisis
	Intercambio iónico		Encapsulación
	Lixiviado ácido		Espesado de lodos
Recuperación de disolventes y compuestos orgánicos	Ósmosis inversa		Evaporación
	Destilación		Extracción con disolvente
	Evaporación		Filtración
Tratamiento biológico	Extracción con disolventes		Flotación
	Digestión anaerobia	Ósmosis inversa	
	Filtros anaerobios	Sedimentación	
Tratamiento térmico	Lagunas aireadas mecánicamente	Ultra filtración	
	Oxidación térmica (incineración)	Tratamiento químico	Estabilización o solidificación
Pirólisis	Neutralización		
	Oxidación		
	Precipitación		
	Reducción		
		Sorción	

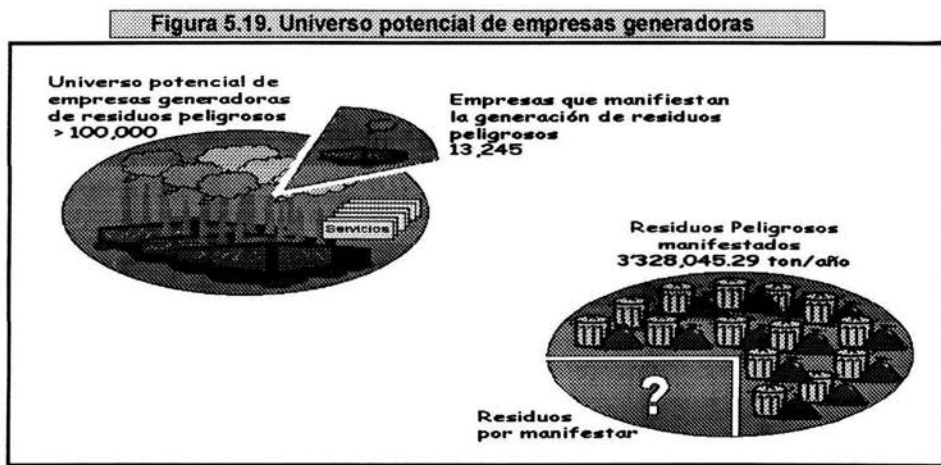
FUENTE: INE 2000

5.14.2 Aspectos Económicos a considerar al crear infraestructura

Al planear el desarrollo de la infraestructura para el manejo de los residuos peligrosos, no puede ignorarse el hecho de que ciertas tecnologías y las instalaciones que se requieren para operarlas, son sumamente costosas y sólo son rentables si se asegura un flujo continuo de residuos en un volumen suficiente para hacerlas costeables. A manera de ejemplo, se puede citar el caso de la Unión Europea en donde países pequeños vecinos comparten una misma infraestructura de manejo de residuos y en donde este tipo de instalaciones son consideradas como negocios y fuentes de ingreso y empleos, además de como parte de las cadenas productivas.

5.14.3 Avances en la manifestación de la generación de residuos peligrosos en México

Como lo ilustra la figura 5.19, hasta septiembre de 1999 (estudio más reciente) aproximadamente 13,245 empresas han manifestado la generación de residuos peligrosos, este conjunto de empresas manifiestan la generación de un poco más de tres millones de toneladas al año, queda por determinar cuanto generan las empresas aún no registradas. Es importante hacer notar que de acuerdo con el último censo industrial realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se considera que la planta de la industria de la transformación en México está conformada por 265,427 industrias de las cuales el 99.8% son micro, pequeñas y medianas, por tal razón se piensa que el volumen de residuos peligrosos que queda por manifestar no puede ser superior al ya manifestado por los grandes generadores.



FUENTE: INE 2000

Lo antes expuesto hace ver que la mayor parte de las empresas que aún no manifiestan la generación de sus residuos peligrosos, son micro, pequeñas y medianas empresas, lo cual hace necesario el desarrollo de una estrategia inductiva del cumplimiento de la ley que al mismo tiempo les ayude a

identificar oportunidades para minimizar la generación de los residuos. Al considerar la distribución geográfica de la infraestructura de servicios, debe tomarse en cuenta que la distribución de la industria generadora de residuos peligrosos en el país no es homogénea y que la industria química y petroquímica, una de las principales generadoras se encuentra agrupada en unas cuantas entidades federativas entre las que destacan el Distrito Federal, el Estado de México, Veracruz y Jalisco.

La PROFEPA, indica que, a través de sus visitas de verificación a empresas ha identificado como principales fuentes de contaminación las que aparecen referidas en el figura 5.20, entre las que destacan las que contribuyen a la generación de residuos peligrosos.

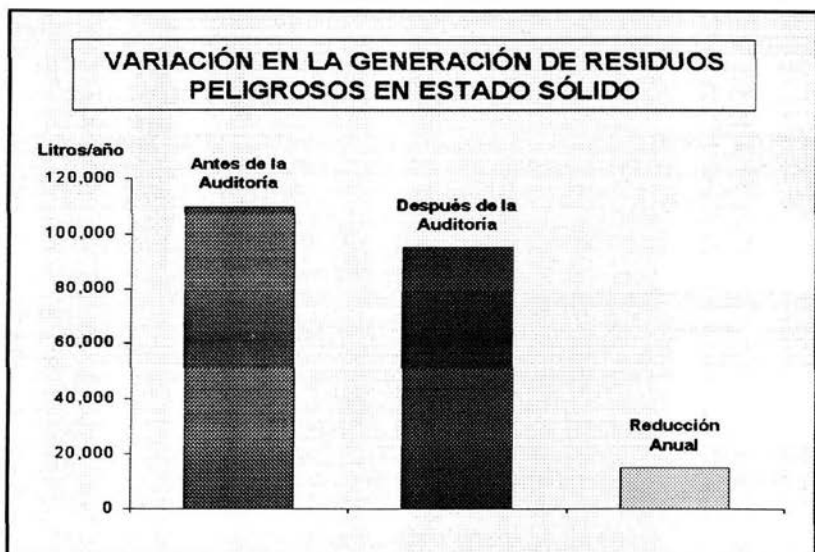
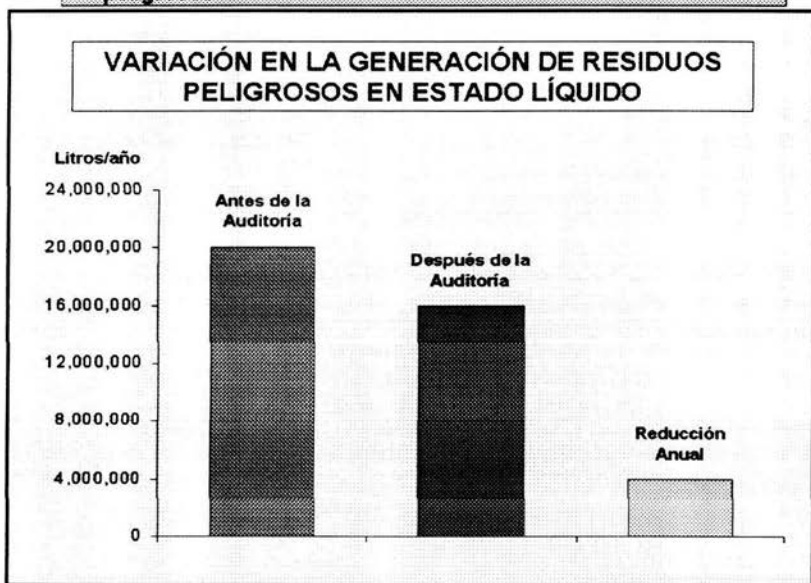
Figura 5.20. PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE COMPETENCIA FEDERAL

GIRO		NÚMERO
1	Química	2,768
2	Petroquímica básica	42
3	Petróleo	622
4	Celulosa y papel	1,491
5	Vidrio	422
6	Cemento	518
7	Cal	561
8	Metalúrgica	1,370
9	Automotriz	1,736
10	Eléctrica	83
11	Pinturas y tintas	250
12	Asbestos	92
13	Servicios de transporte almacenamiento, tratamiento, reciclaje, incineración o disposición de residuos peligrosos	270
14	Hospitales	3,140
15	Otros generadores de residuos peligrosos como concentración de minerales, acabado de metales, metalmecánica, farmacéutica, maquiladora, productos de plástico, textil, impresión, azúcar, muebles, alimentos, bebidas, servicios de fumigación y talleres de servicio automotriz	14,712
TOTAL		28,077

FUENTE: PROFEPA INFORME TRIANUAL 1995-1997

Aunado a lo anterior, la PROFEPA informó que, como resultado de las Auditorías ambientales voluntarias, diversas empresas han logrado reducir la generación de residuos peligrosos como se muestra en la Figura 5.21.

Figura 5.21. Variación en la generación de los residuos peligrosos

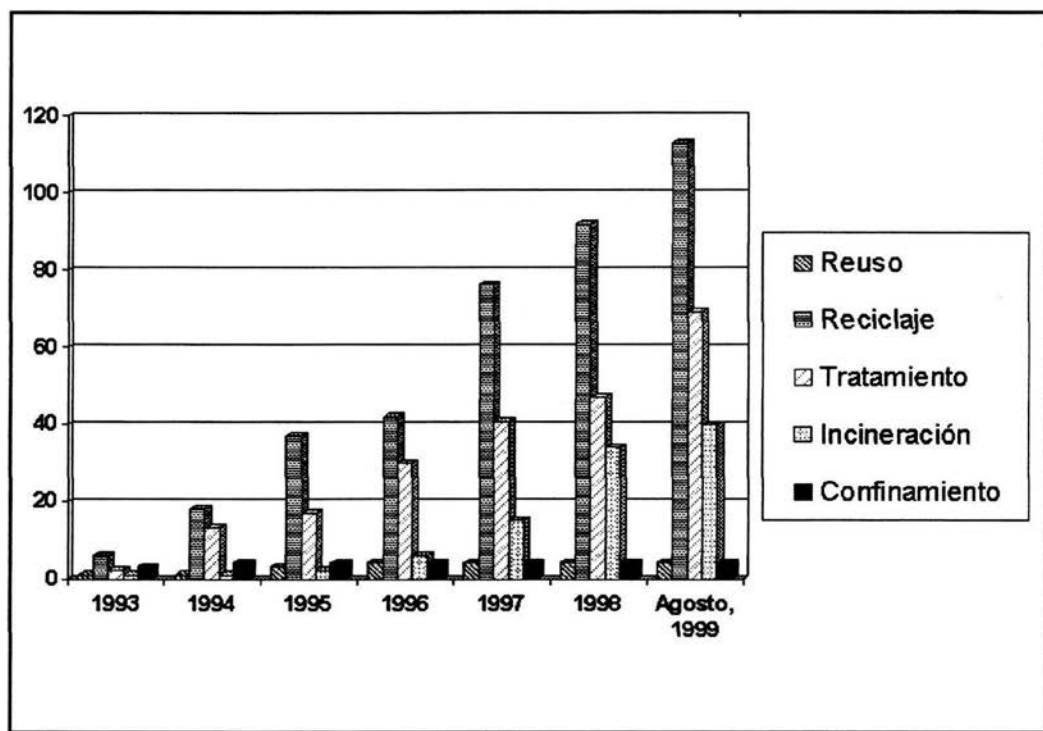


FUENTE: PROFEPA. INFORME TRIANUAL 1995-1997

5.14.4 Avances en la creación de infraestructura para el manejo de los residuos peligrosos en México

A partir de 1988, en que se publican las primeras disposiciones regulatorias que obligan a los generadores de residuos peligrosos a manifestarlo a la autoridad y a darles un manejo adecuado con el apoyo de empresas autorizadas, se crearon las condiciones de mercado para los servicios de transporte, acopio, almacenamiento, reciclado, tratamiento y disposición final. Como lo indica la figura 5.22, año con año se ha ido incrementando dicha infraestructura, en particular la relativa a instalaciones de reciclado.

Figura 5.22. TENDENCIA EN LA CREACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MÉXICO



FUENTE: PROFEPA. INFORME TRIANUAL 1997-2000

A su vez, en la figura 5.23, se muestra la distribución geográfica de empresas de servicios de manejo de residuos peligrosos que han sido autorizadas a la fecha, en el mapa se observa que existen entidades que no cuentan con ninguna infraestructura y otras en las que ésta sólo consiste en almacenes y transportes autorizados. En el cuadro se indica que dos confinamientos autorizados no están operando.

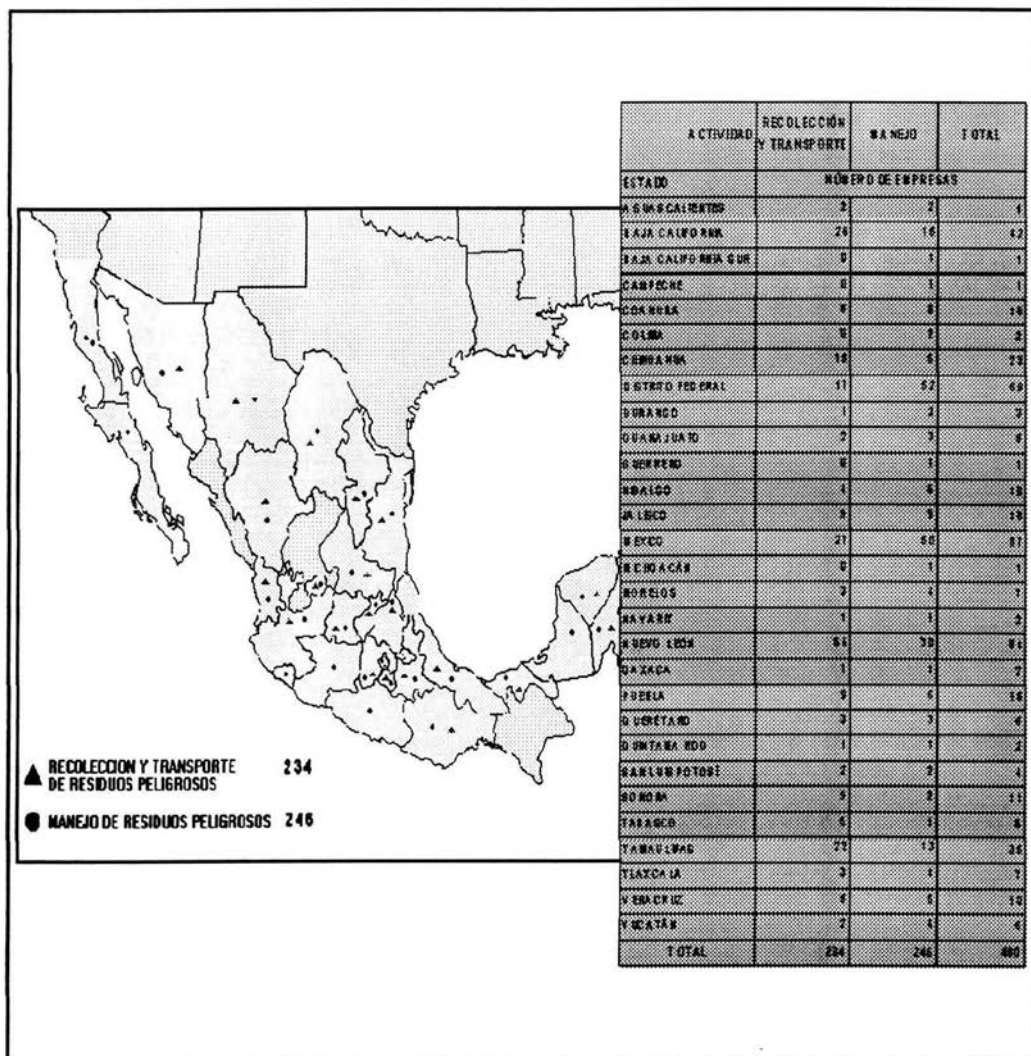


Figura 5.23 Distribución Geográfica de empresas de servicio de manejo de Residuos Peligrosos

ACTIVIDAD	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	RECICLAJE	TRATAMIENTO	INCINERACIÓN	DISPOSICIÓN FINAL	TOTAL
ESTADO	NÚMERO DE EMPRESAS						
AGUASCALIENTES	2	0	1	1	0	0	4
BAJA CALIFORNIA	26	8	6	1	1	0	42
BAJA CALIFORNIA SUR	0	0	0	0	1	0	1
CAMPECHE	0	0	0	1	0	0	1
COAHUILA	8	0	4	1	3	0	16
COLIMA	0	1	1	0	0	0	2
CHIAPAS	0	0	0	0	0	0	0
CHIHUAHUA	18	2	1	2	0	0	23
DISTRITO FEDERAL	17	14	13	23	2	0	69
DURANGO	1	1	1	0	0	0	3
GUANAJUATO	2	0	2	1	0	0	5
GUERRERO	0	0	0	0	1	0	1
HIDALGO	4	1	3	0	2	0	10
JALISCO	9	2	4	0	2	1	18
MEXICO	27	12	41	4	2	0	86
MICHOACÁN	0	0	0	0	1	0	1
MORELOS	3	1	0	0	3	0	7
NAYARIT	1	1	0	0	0	0	2
NUEVO LEÓN	54	7	17	4	1	1	84
OAXACA	1	0	0	0	1	0	2
PUEBLA	9	1	5	0	0	0	15
QUERÉTARO	3	1	2	0	0	0	6
QUINTANA ROO	1	1	0	0	0	0	2
SAN LUIS POTOSÍ	2	1	0	0	0	1 (*)	3
SINALOA	0	0	0	0	0	0	0
SONORA	9	2	0	0	0	1 (*)	11
TABASCO	5	0	0	1	0	0	6
TAMAULIPAS	22	6	1	6	0	0	35
TLAXCALA	3	1	2	0	1	0	7
VERACRUZ	5	1	0	1	3	0	10
YUCATÁN	2	2	0	0	2	0	6
ZACATECAS	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	234	66	104	46	26	4	480

Nota: (*) Confinamientos autorizados pero no en operación

Figura 5.24 Distribución Geográfica de empresas de servicio de manejo de Residuos Peligrosos

En el mapa, las entidades que están sombreadas de color rosa son las que no poseen empresas de servicio de manejo de RP. Como puede apreciarse por el número y distribución geográfica de la infraestructura de manejo de residuos industriales peligrosos en México, aún queda mucho por hacer en cuanto a satisfacer las necesidades de manejo y a ofrecer a los generadores la oportunidad de tratar sus residuos peligrosos tan cerca de ellos como sea posible. Como se muestra en la figura 5.25, las principales corrientes de residuos peligrosos que se están reciclando son los disolventes y aceites usados, los acumuladores de automóviles, las escorias metálicas y los tambores usados. En el caso de los acumuladores, facilita el reciclado el hecho de que las compañías que los fabrican también los reciclan y sus centros de distribución reciben los acumuladores usados. En lo que respecta a los lubricantes usados, éstos son empleados para formular combustibles alternos.

Figura 5.25. Capacidad Instalada para reciclar residuos peligrosos

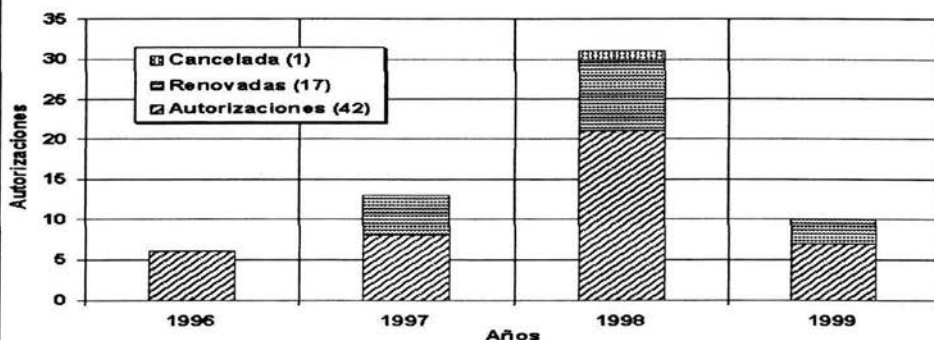
Recicla de:	Capacidad Instalada	Número de empresas
Acumuladores	86,400 Ton/Año	2
Disolventes	111,800 Ton/Año	24
Escorias	275,702 Ton/Año	14
Tambores y Envases	9,720 Ton/Año	25
Líquido Fotográfico	1.5 Ton/Año	2
Lubricantes (formulación de combustible alterno)	656,690 Ton/Año	33

Total: 1'140,213.5 Ton/Año

FUENTE: INE 2000

Es importante hacer notar que México cuenta con una planta cementera moderna dotada de controles efectivos de emisiones y distribuida en todo el territorio nacional, y cuyos hornos secos de alta temperatura pueden emplear como combustible alterno a los lubricantes usados. Tras la publicación de la norma que regula el manejo de los residuos biológico-infecciosos en 1995, también creció de manera significativa la infraestructura de servicios para este tipo de residuos como lo indican la figura 5.26

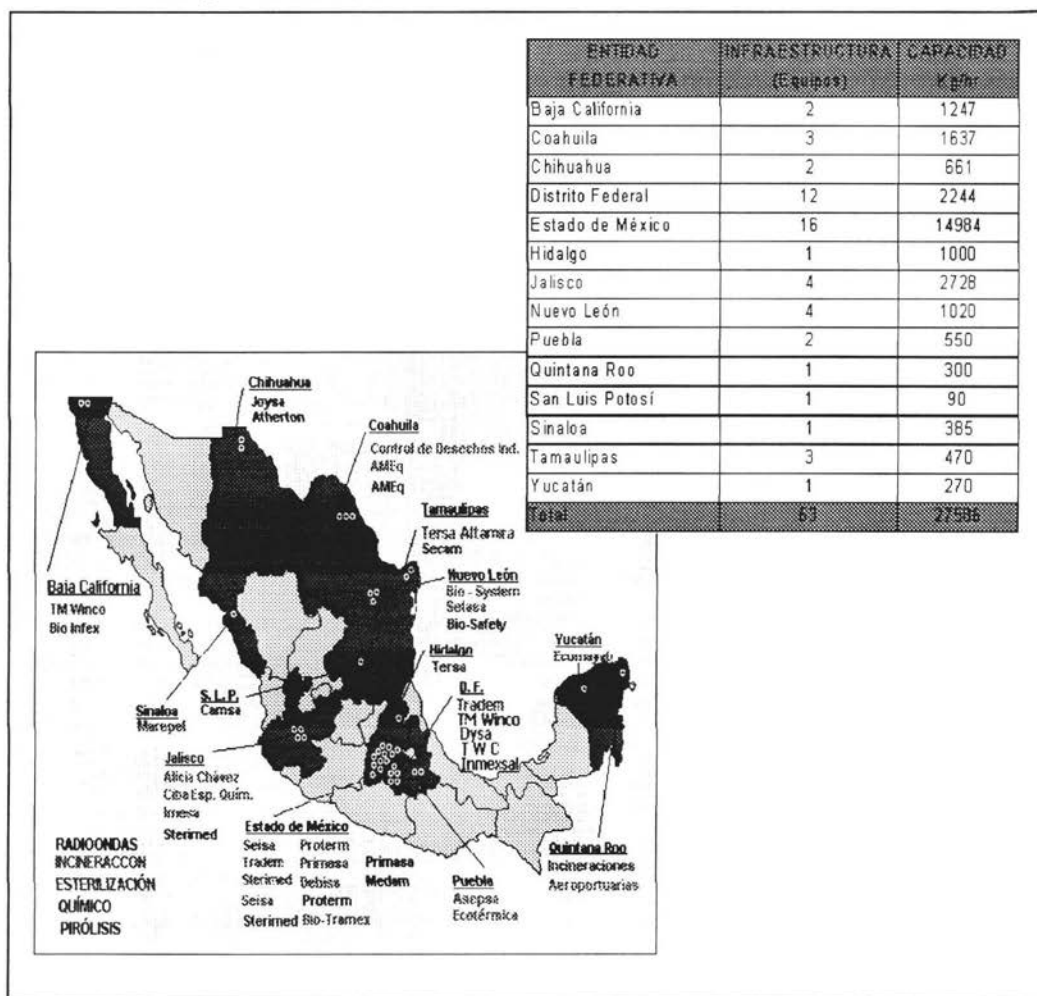
Figura 5.26 TENDENCIA EN EL CRECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS EN MÉXICO



FUENTE: INE 2000

En la figura 5.27, se muestra la distribución geográfica de las empresas que brindan tratamiento a los residuos biológico-infecciosos y se aprecia que se encuentran en su mayoría distribuidas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, mientras que numerosas entidades en el país no cuentan con ninguna. Lo anterior es sumamente preocupante, pues por un lado se están presentando casos de capacidad ociosa en la zona centro del país, y por otro los establecimientos que generan residuos biológico-infecciosos en entidades que no cuentan con infraestructura están teniendo que pagar costos elevados por su transporte a largas distancias para recibir tratamiento.

Figura 5.27 Distribución Geográfica de las empresas que brindan tratamiento a los residuos biológico-infecciosos.



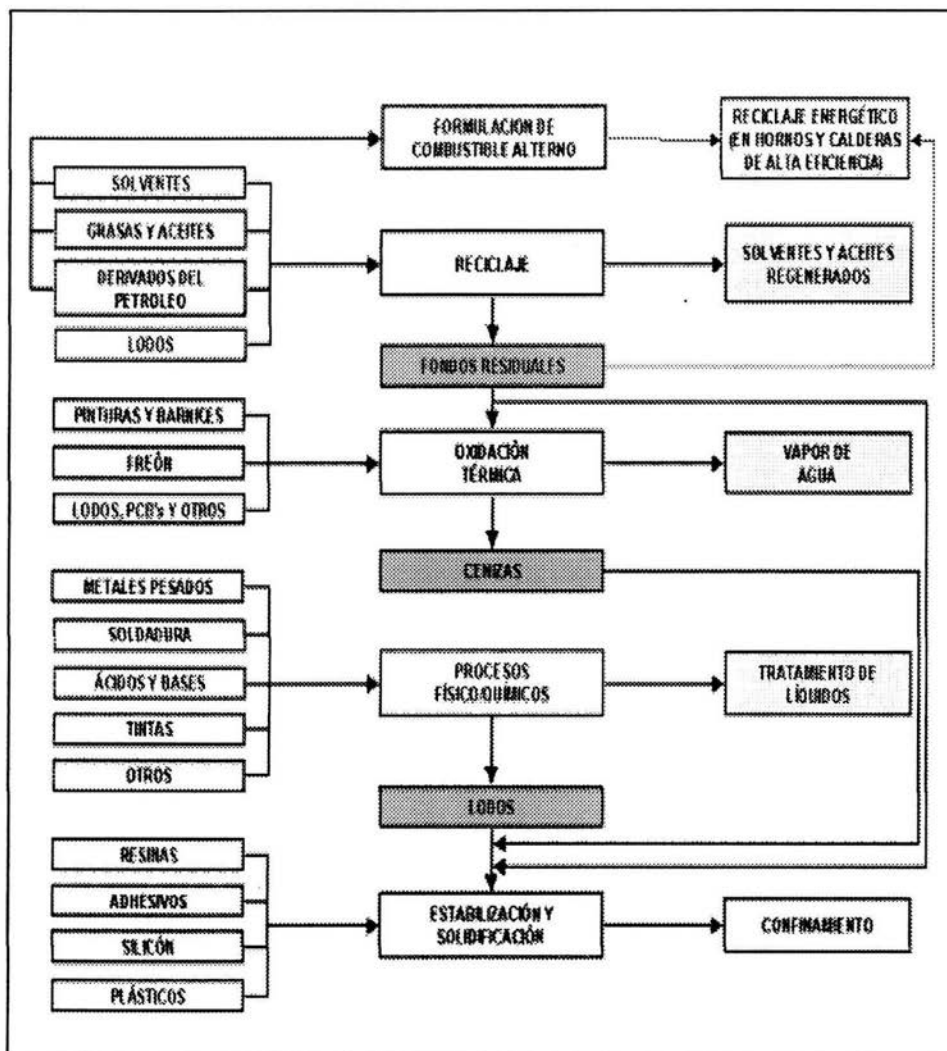
FUENTE: INE 2000

5.15 CENTROS O SISTEMAS PARA EL MANEJO INTEGRAL Y EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES (CIMARIS O SIMARIS)

Los CIMARIS o SIMARIS constituyen una alternativa para racionalizar el manejo de los residuos industriales peligrosos al ofrecer una gama de opciones tecnológicas para su manejo, ya sea dentro de una misma instalación o bien en forma de una red de instalaciones vinculadas y ubicadas en sitios estratégicos relativamente cercanos en una misma región. En dichos centros o sistemas, se busca establecer un balance entre reciclado, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, en la medida de lo posible, mediante las mejores tecnologías disponibles. A la fecha, más de treinta y cinco empresas han mostrado interés en establecer centros o sistemas en los que se combinan las distintas tecnologías; sin embargo, sólo seis han hecho avances en los trámites para obtener las diversas autorizaciones, incluyendo las relativas a los usos del suelo y de manifestación de impacto ambiental y de riesgo, entre otros por la dificultad para encontrar apoyo financiero para garantizar las inversiones y por el temor de que se obstaculicen sus iniciativas.

Entre las tecnologías que posiblemente se instalen en tales centros, se encuentran procesos de oxidación térmica, de refinación de aceites gastados de motor, de fabricación de combustible alterno a partir de lubricantes usados, de recuperación de solventes y tratamiento físico y químico de los residuos; así como de estabilización y confinamiento. De manera conceptual y gráfica, se describen en la figura 5.28 las diferentes opciones de manejo de residuos peligrosos que se pueden ofrecer en estos Centros (CIMARIS) o Sistemas (SIMARIS) para poner en práctica la política ambiental en la materia, combinando opciones de reciclado, tratamiento y confinamiento.

Figura 5.28. Diagrama conceptual para el manejo integral y aprovechamiento de residuos peligrosos



FUENTE: FREEMAN H. M. 1990 HAZARDOUS WASTE MINIMIZATION. ED. MC GRAW HILL.

CAPITULO 6

ESCENARIOS OBSERVADOS EN MATERIA DE RESIDUOS INDUSTRIALES EN MEXICO Y CREACION DE VALOR CON DESARROLLO SUSTENTABLE

6.1 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS CONTAMINANTES

Para hacer un diagnóstico nacional de la magnitud de los riesgos químicos ambientales, creados por diversas actividades productivas, se puede partir de diferentes perspectivas que se ejemplificarán a continuación y que permiten desarrollar estrategias de administración de riesgos apropiadas a cada situación, así como establecer prioridades de acción.

> Perspectiva histórica

A este respecto conviene repasar cómo ha ocurrido el desarrollo tecnológico e industrial en el país, que involucra el manejo de materiales peligrosos, la generación de residuos peligrosos, su liberación al ambiente y la realización de actividades consideradas como altamente riesgosas.

1. Evolución de la minería: Durante la época de la colonia, y hasta fechas relativamente recientes, la principal actividad industrial potencialmente contaminante en México fue la minería, la cual dejó su huella en todas las regiones mineras y los centros poblacionales asentados en la vecindad de las montañas de jales acumulados. En este caso, la caracterización de los posibles riesgos a la salud y el ambiente que pudieran derivar de estos residuos requiere considerar, entre otros, los siguientes factores:

- La composición de los minerales de los que provienen, en cuanto a contenido de metales potencialmente tóxicos.
- El tamaño de las partículas y la forma en la que se encuentran depositados los jales.
- Los procesos tecnológicos mediante los cuales se recuperaron los metales, los aditivos que se emplearon para ello (por ejemplo, mercurio y cianuro), y cómo evolucionaron éstos en una misma mina.
- La vulnerabilidad de los acuíferos y cuerpos de agua, de las poblaciones humanas y de los ecosistemas vecinos a los lugares en los que se encuentran depositados los jales.

> Evolución de la tecnificación agrícola

La tecnificación de las actividades agropecuarias, respecto de la introducción del uso de fertilizantes y plaguicidas químicos, no ocurrió sino hasta el presente siglo y sus implicaciones también varían de región a región, en virtud de elementos tales como:

- Antigüedad y grado de la tecnificación en cada entidad.
- Volumen, tipo, persistencia y capacidad de bioacumulación de los agroquímicos empleados.
- Intensidad y forma de aplicación.
- Dimensión de las áreas en las que se aplican los agroquímicos.
- Forma de manejo de los productos y disposición final de los residuos peligrosos, incluyendo los envases vacíos contaminados.
- Vulnerabilidad de los aplicadores, de las poblaciones, los ecosistemas y los cuerpos de agua vecinos a las áreas de aplicación.

> **Evolución de la industrialización**

La industrialización, a su vez, ocurrió en México a partir de la década de 1940, de manera rápida y con una distribución centrada en unos cuantos polos de desarrollo, en los cuales se dio una urbanización acelerada y el establecimiento de densos asentamientos humanos conviviendo junto con numerosas industrias. Esto lleva a realizar el análisis desde la siguiente perspectiva:

- Antigüedad de las industrias en una zona y pasivos ambientales derivados de ello.
- Tipo y número de industrias asentadas en una misma región.
- Materiales peligrosos que se transportan hacia o desde ellas.
- Liberación de contaminantes al aire, agua, o suelos.
- Potencial de accidentes en sus instalaciones.
- Densidad poblacional en su entorno.
- Vulnerabilidad de la población, del ambiente y de los ecosistemas a su alrededor.

> **Perspectiva geográfica**

La misma información vertida previamente para resaltar la importancia de la evolución de los procesos productivos contaminantes y de los pasivos derivados de los más antiguos, puede ahora analizarse desde la perspectiva geográfica, a fin de elaborar mapas de riesgo, establecer prioridades y formas de acción. Desde esta perspectiva, se combina el enfoque de vulnerabilidad de la región geográfica con el de la presión ejercida por las actividades productivas, para jerarquizar las regiones por grado y tipo de riesgo, como por ejemplo:

- Regiones eminentemente agrícolas, donde los problemas químicos están principalmente relacionados con el empleo de fertilizantes y plaguicidas.
- Regiones mineras, que pueden distinguirse entre sí por la composición de los minerales, el tamaño de las minas, los procesos empleados y la vulnerabilidad de los sitios en los que se encuentran, entre otros.
- Regiones altamente industrializadas: donde predomina algún tipo de industria particular, por ejemplo, zonas petroleras o entidades dedicadas al curtido de pieles, a la alfarería o a la producción textil, por citar algunos ejemplos, y en las que la vulnerabilidad de las localidades en las que se ubican varía.
- Regiones en las que predomina la industria maquiladora, cuya forma de operar y desarrollarse ejerce presiones ambientales particulares.

> **Perspectiva sectorial**

En este ejemplo, el acercamiento para determinar la magnitud de los riesgos y la forma de abordarlos se da centrandó la atención en uno o varios sectores, en los cuales se sabe que manejan volúmenes considerables de materiales peligrosos y, por lo tanto, existe el potencial de liberación al ambiente de cantidades importantes de contaminantes, así como la de generación de tipos y cantidades significativos de residuos peligrosos. Para ello se pueden aplicar los siguientes criterios para establecer prioridades:

- Tamaño de las industrias de los sectores específicos.
- Distribución geográfica.
- Ubicación respecto a poblaciones, ambientes y ecosistemas vulnerables.
- Materiales peligrosos empleados y tipos de procesos en los que se les involucra.
- Grado de desarrollo de las tecnologías para el control de emisiones y descargas.
- Residuos peligrosos generados.
- Potencial de accidentes mayores.

- Vías de comunicación por las que llegan o parten de ellos transportes de materiales peligrosos.

> **Perspectiva Química**

Si lo que se busca es prevenir o reducir los riesgos de una sustancia peligrosa particular, entonces el enfoque se centrará en determinar:

- Cuáles son las fuentes contaminantes potenciales.
- Cuál es el tamaño de las fuentes.
- Qué volumen de los materiales peligrosos en cuestión emplean.
- Qué volumen de contaminantes liberan al ambiente.
- Qué procesos desarrollan.
- Qué controles de emisiones y descargas tienen.
- Qué tipos y volúmenes de residuos peligrosos generan que contengan la sustancia de interés.
- Cuál es el riesgo de que esa sustancia llegue a estar involucrada en un accidente mayor que la libere fuera de la instalación en la que se maneja.
- Cuál es la vulnerabilidad de la población, ambiente y ecosistemas aledaños.
- Cuál es la dirección de los vientos y la de las corrientes de agua.
- Qué otras formas de exposición a la sustancia pueden ocurrir (por ejemplo, consumo de productos que las contienen).

> **Perspectiva de medios ambientales**

Aquí el enfoque se orienta a proteger la calidad del aire, del agua o de los suelos, razón por la cual los criterios a seguir incluyen:

- Cuáles son las fuentes más importantes que contaminan uno u otro medio.
- Cuáles son las sustancias involucradas, sus volúmenes y forma de liberación al ambiente.
- Cuál es la carga contaminante basal en cada uno de esos medios.
- Cuál es la vulnerabilidad de cada medio.
- A qué poblaciones humanas, ecosistemas o actividades productivas afecta la contaminación de un medio dado.

> **Perspectiva de potencial de accidentes mayores**

En este caso es importante tener en cuenta la probabilidad de que puedan ocurrir accidentes en actividades altamente riesgosas que tengan consecuencias desastrosas en la población, sus bienes o el ambiente. Los criterios a considerar a este respecto, entre otros, comprenden:

- Qué tipo, de qué tamaño, a qué distancia se encuentran entre sí, actividades consideradas como altamente riesgosas
- Qué tipo y qué volúmenes de materiales peligrosos involucran.
- En qué procesos y en qué condiciones se manejan tales materiales.
- Qué tanto las empresas han evaluado sus riesgos, así como desarrollado medidas para prevenir y responder a accidentes.
- A qué distancia se encuentran asentadas poblaciones humanas, cuerpos de agua o ecosistemas vulnerables.
- Cómo se encuentran las vías de comunicación que pueden requerirse para evacuar o proporcionar el apoyo en caso de emergencia.
- Qué grado de preparación tiene la población, cuál es el nivel de organización de las unidades de protección civil y qué servicios de respuesta a emergencia existen.
- Qué tanto se dispone de agua en caso de incendio

> Perspectiva de los grupos a proteger

En este caso la atención se centra en los individuos o sitios vulnerables considerados en riesgo, ya sean seres humanos (niños, mujeres embarazadas y trabajadores, entre otros), o especies amenazadas (acuáticas o terrestres), lo que se busca conocer es:

- A qué sustancia o mezcla de ellas son vulnerables.
- Qué efectos adversos ocasionan las sustancias riesgosas en función de la dosis y la vía de exposición.
- Cuáles son las fuentes potenciales de exposición.
- Cuál es la ruta a través de la cual se movilizan esas sustancias hacia los receptores potenciales.
- En qué forma y en qué cantidad se movilizan tales sustancias.
- Cuál es el punto en el que ocurre la exposición y, en su caso, por qué vía ingresan al organismo de los individuos en riesgo.
- Qué tanto dura la exposición y qué tan frecuente e intensa es.

> Perspectiva de efectos adversos a evitar

Esta perspectiva está influida grandemente por las percepciones sociales y por elementos que pueden llegar a ser subjetivos. Por ejemplo, en una población que tiene una expectativa de vida larga, lo que les puede preocupar es que se produzca la exposición a sustancias que pueden llegar a ocasionar cáncer. Si la población es joven, lo que puede ser relevante es que se exponga a sustancias que tienen efectos reproductivos. Si se trata de una población con gran número de niños, lo que puede inquietar es la exposición a sustancias que alteren su desarrollo neurológico.

Si se trata de efectos ecológicos, también se presentan dilemas tales como:

- Proteger a una especie que es un símbolo nacional, por ejemplo, un águila.
- Cuidar a especies amenazadas de extinción.
- Evitar que individuos que ocupan un lugar crítico en una cadena alimenticia desaparezcan.
- Proteger a especies polinizadoras, de cuya actividad dependen los procesos de fertilización de muchas plantas.
- Evitar que los contaminantes del agua afecten a los microorganismos de los lodos activados de las plantas de tratamiento.
- Evitar que se produzcan fenómenos de bioacumulación y biomagnificación, los cuales que terminan ocasionando intoxicaciones en los consumidores finales de una cadena alimenticia.

> Perspectiva de la oportunidad de éxito

Aquí de lo que se trata es de identificar en qué casos de fuentes contaminantes o de riesgo se dan condiciones favorables para resolver el problema, por ejemplo:

- Por que se puede sustituir un material peligroso no esencial empleado como insumo de procesos o como parte de un producto de consumo, para el cual existen sustitutos de menor riesgo.
- Por que se conocen, están disponibles y son accesibles las tecnologías más limpias que evitan la liberación de contaminantes al ambiente.
- Por que existe voluntad política, empresarial y social por resolver un problema.
- Por que la solución del problema da una ventaja comparativa a la empresa que lo resuelve.
- Por que existen formas de financiamiento o instrumentos económicos aplicables y accesibles para resolver el problema.
- Por que existen alianzas e intercambio de conocimientos y tecnologías para atender el problema particular.

6.2 VISIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EN MÉXICO DE RESIDUOS

Existen en el país más de 110 diversos tipos de industrias, que utilizan aproximadamente ocho mil diferentes materias primas y productos terminados con características fisicoquímicas y toxicológicas muy distintas. En los diversos procesos industriales mezclamos o hacemos reaccionar las materias primas para producir a su vez nuevos productos y debido a esa actividad se generan diferentes residuos. Independientemente de las características intrínsecas del residuo, habrá que tomar en cuenta su concentración para un manejo seguro. Al diseñar y construir infraestructura, para el manejo y disposición final del residuo peligroso, es necesario considerar las diferentes opciones, incluidas las celdas de seguridad en el confinamiento controlado; métodos físicos y químicos de estabilización; recuperación de disolventes orgánicos y clorados y de metales pesados; biodegradación; filtración; centrifugación; uso de lagunas de evaporación; mezclado con otros residuos para usarse como combustible sustituto e incineración.

6.2.1 La recuperación y el reuso (reciclaje)

Para reciclar un material es necesario, en primer término, recuperar del residuo aquel material que tuviere algún valor comercial. Son muy variadas las tecnologías existentes de recuperación de componentes del residuo industrial. Las más comunes son la filtración, centrifugación, evaporación, neutralización, destilación y algunas otras operaciones unitarias, que pueden aplicarse por separado o en serie. Cabe hacer notar que en los procesos de separación siempre se obtendrán residuos, los cuales habrá que tratar para estabilizarlos. Es primordial que recordemos que el mercado tiene una cierta capacidad de reutilización de residuos recuperados y que una sobreproducción crearía problemas adicionales de almacenamiento, manejo y precio. El reciclaje consiste entonces en la recuperación, comercialización y reutilización en un alto porcentaje de la mayoría de los componentes que conforman un residuo industrial peligroso.

6.2.2 La sustitución de materias primas y productos de uso intensivo

Poco hemos hecho para que el industrial use tecnologías limpias que permitan fabricar productos menos contaminantes que los actuales, para que genere una menor cantidad de residuos o para que los residuos sean menos agresivos a la naturaleza y al ser humano y se mencionan algunos ejemplos a continuación:

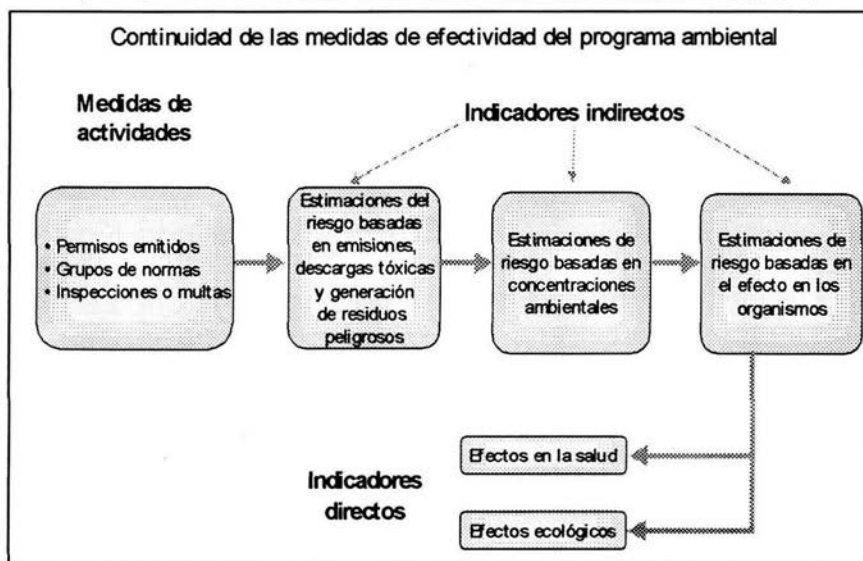
- Los inhibidores de corrosión a base de cromato de zinc, que se usan como recubrimiento para proteger superficies metálicas. Estos inhibidores pueden ser substituidos por compuestos orgánicos totalmente biodegradables.
- Los alguicidas y fungicidas que inhiben el crecimiento de algas y que constituyen un componente de la pintura, son derivados de estaño que podrían ser substituidos por sustancias menos dañinas.

- En la fabricación de plásticos se usan estabilizadores térmicos a base de compuestos de cadmio y bario, sustancias que son altamente tóxicas y que pueden ser reemplazados con sales de bario y zinc, que son menos contaminantes.
- En la elaboración de aceites lubricantes se usa habitualmente como aditivo antioxidante el butirato de hidroxitolueno –BHT–, que se desprende de la atmósfera durante su uso. Podría ser sustituido por aditivos que se evaporen difícilmente.

6.3 INDICADORES DE LA GESTIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y DE SU DESEMPEÑO

En la medida que los tomadores de decisiones del sector público y privado, se apoyen en este tipo de datos y en los relativos a las evaluaciones de los riesgos de las sustancias peligrosas para tomar decisiones, se irán logrando avances cada vez más sustantivos en este campo, a la vez que se identificarán debilidades y vacíos a superar (figura 6.1).

Figura 6.1 Uso de indicadores de la gestión de sustancias químicas y de su desempeño



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA 2000

6.3.1 Indicadores de salud⁴⁴

Como uno de los aspectos que se busca proteger respecto de los riesgos químicos ambientales es la salud de la población, conviene conocer cuáles son las principales causas de mortalidad general en México, lo cual aparece resumido en la figura 6.2. De lo referido en dicho cuadro, se hace manifiesto que entre las principales veinte causas de muerte se encuentra el cáncer ocupando el segundo lugar, padecimiento que suele tenerse presente entre las enfermedades que la exposición a ciertas sustancias tóxicas pudieran llegar a producir. Lo antes planteado indica la necesidad de avanzar hacia mejores niveles de protección de la salud con una visión global, que distribuya los recursos y los esfuerzos a fin de lograr prevenir o reducir los riesgos ambientales con un enfoque holístico y balanceado.

Figura 6.2. Principales causas de mortalidad general (1995)

Orden de importancia	Causas	Clave lista básica de la CIE ¹	Defunciones
1	Enfermedades del corazón ²	25-28	63 609
	Enfermedad isquémica del corazón	ene-00	38 346
2	Tumores malignos de la traquea	08-14	48 222
	del estómago	101	5 970
	del cuello del útero	91	4 685
		120	4 392
3	Accidentes de tráfico de vehículos de motor	E47-E53	35 567
		E471	13 543
4	Diabetes mellitus	181	33 316
5	Enfermedad cerebro vascular	29	23 400
	Hemorragia intracerebral y otras hemorragias intracraneales	291	5 660
	Aguda pero mal definida	293	4 256
6	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	347	21 245
7	Ciertas afecciones originadas en el período peri natal	45	20 503
	Hipoxia, asfixia y otras afecciones respiratorias del feto o recién nacido	454	12 173
8	Neumonía e influenza	321-322	19 717
9	Homicidio y lesiones infligidas intencionalmente por otra persona	E55	15 616
10	Deficiencias de la nutrición	19	10 162
11	Nefritis, síndrome nefrótico y nefrosis	350	10 062
12	Anomalías congénitas	44	9 677
13	Enfermedades infecciosas intestinales	1	9 585
14	Bronquitis crónica y la no especificada, enfisema y asma	323	8 519
15	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	325	7 735
16	Anemias	200	4 372
17	Síndrome de la inmunodeficiencia adquirida	184	4 029
18	Tuberculosis pulmonar	20	4 023
19	Úlcera gástrica y duodenal	341	3 354
20	Suicidio y lesiones auto infligidas	E54	2 894
Subtotal			
	Disritmia cardiaca	—	355 607
	Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos	281	5 880
	Las demás causas	46	7 215
		—	61 576
Total		01-E56	430 278

¹ Clasificación Internacional de Enfermedades.

⁴⁴ PARA MAYOR INFORMACIÓN CONSULTAR: INE-SEMARNAT. DICIEMBRE 2000. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES.

² Se excluye Disritmia cardiaca (281).

FUENTE: INEGI, DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS, DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIALES.

En las figuras 6.3 y 6.4 se describen los casos acumulados de intoxicación por plaguicidas en el periodo 1995-1996 en el país, así como las intoxicaciones referidas en el periodo entre 1964 y 1995, para dar una idea de la magnitud de los riesgos derivados del manejo inadecuado de este tipo de productos químicos.

Figuras 6.3. Casos acumulados por entidad federativa de intoxicación por plaguicidas, 1995-1996

Entidad Federativa	1995	1996 ¹
Aguascalientes	-	-
Baja California	2	1
Baja California Sur	-	-
Campeche	1	-
Coahuila	n.d.	n.d.
Colima	8	4
Chiapas	1	-
Chihuahua	-	-
Distrito Federal	-	3
Durango	-	-
Guanajuato	7	-
Guerrero	3	-
Hidalgo	3	-
Jalisco	-	1
México	11	5
Michoacán	8	13
Morelos	1	-
Nayarit	98	52
Nuevo León	-	-
Oaxaca	8	3
Puebla	1	1
Querétaro	-	-
Quintana Roo	-	2
San Luis Potosí	2	1
Sinaloa	5	-
Sonora	2	-
Tabasco	3	7
Tamaulipas	-	-
Tlaxcala	-	-
Veracruz	5	8
Yucatán	-	-
Zacatecas	4	-
Total	173	101

N.D. = NO DISPONIBLE

¹ HASTA LA SEMANA CUATRO DE 1996

FUENTE: SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN PARA LA VIGILANCIA, *EPIDEMIOLOGICA*, REV. NO. 6, VOL. 13, SEMANA SEIS DEL 4 AL 10 DE FEBRERO DE 1996.

Figura 6.4. intoxicaciones por plaguicidas 1964—1995

Año/Periodo	Localidad	Número de intoxicaciones	Total de muertes	Observaciones
1964-1967	Cd. Mante, Tamps.	266	7	Trabajadores de campo en cultivo de algodón.
1967	Tijuana, B.C.	559	16	Harina de trigo contaminada con paratión en el transporte.
1967-1968	Distrito Federal	77		De los 77 casos el 50% fueron niños. Excepto uno, no se especifica el plaguicida.
1970	Mexicali, B.C.	59	4	Trabajadores agrícolas en el cultivo de algodón y trigo con Organofosforados y organoclorados
1971	IMSS (Hospital Pediatría C.M.N.	35		22 casos con raticidas, 13 casos con insecticidas, 35 casos de un total de 433.
1974	Comarca Lagunera, Coah. y Dgo.	847	4	La principal vía de intoxicación fue por inhalación, debida a falta de protección, deficiente protección y escaso control de plaguicidas.
1977	Petatlán Gro.	23	0	Inadecuado manejo de paratión en polvo.
1978-1981	IMSS-CMN (Hospital de Pediatría)	36	2	26 intoxicados accidentalmente por polvo raticida endrin, de los cuales 2 murieron y eran menores de 5 años y 4 casos con raticidas a base de tallo.
1979	IMSS Medicina del Trabajo	216		-
1980	IMSS Medicina del Trabajo	300		-
1976-1980	Apatzingán Mich.	1049		Intoxicados con paratión polvo.
1980	Ejido Manuel Ávila Camacho, Mpio. Tamuín, S.L.P.	4	2	Contaminación accidental con paratión etílico, niños de 1 a 6 años.
1980	Banderas, Mpio. Tuxpan, Ver. San Esteban	14	1	Agua almacenada y contaminada por residuos de envases de plaguicidas usados.
1981	Amatlán, Mpio. de Miahuatlán, Oax.	7	4	Contaminación por paratión etílico, utilizado para matar pulgas, esparcido en el piso del dormitorio.
1983	Sahuayo, Chih.	24	8	Paratión (contaminación por consumo de tortilla).
1995	Distrito Federal	139		Consumo de carne de res contaminada por herbicidas.
1995	Coahuila	113		Intoxicación de trabajadores.

FUENTE: IMSS, BENEFICIOS Y RIESGOS EN EL USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO. SU IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA Y DESARROLLO AGROPECUARIO, CON SUS CONSECUENCIAS TOXICOLÓGICAS EN EL PRESENTE Y EN EL FUTURO, 1996.

Cabe resaltar el hecho de que hayan ocurrido intoxicaciones por exposición al endrin, ya que es un plaguicida prohibido, pero que se tenía almacenado. En la figura 6.5, se describe cómo ha ido variando el contenido de plomo en sangre en algunos grupos poblacionales de la Zona Metropolitana del Valle de México en el periodo 1980-1992⁴⁵; en la figura 6.6., se ilustra los niveles de plomo en el binomio madre—hijo entre 1992 y 1993⁴⁶. En ambos casos, se identifica una tendencia a la baja en los niveles de exposición, lo cual en parte refleja la disminución y posterior eliminación del uso de plomo en las gasolinas.

⁴⁵ CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; ORDAZ GUILLÉN, YOLANDA; RUIZ, FERNANDO; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. LO QUE USTED DEBE SABER SOBRE EL PLOMO, SERIE PLOMO NO. 1. MÉXICO, D.F.: INE/SEMARNAP.

⁴⁶ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

Figura 6.5. Niveles de plomo en sangre en habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1980-1992

Año	Promedio ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)	Número de individuos	Población	Autor(es)
1980	13.0	405	Cordón umbilical	Montoya y col. ¹
1982	23.6	85	Maestros	SSA/OMS/PNUMA/Suecia ²
1984	19.5	19	Maestros	SSA/OMS/PNUMA/Suecia ³
1986	19.5	300	Empleados	Lara y cols. ⁴
1989	13.1	50	Cordón umbilical	Rothemberg y cols. ⁵
1990	12.2	107	Mujeres	Hernández y cols. ⁶
1991	14.2	150	Niños	Romieu y cols. ⁷
1992	9.8	542	Niños	Palazuelos y cols. ⁸

NIVEL BIOLÓGICO MÁXIMO PROPUESTO EN LOS ESTADOS UNIDOS 15 $\mu\text{G}/\text{ML}$.

MÉTODO DE ANÁLISIS: ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO.

1 DETERMINACIÓN DE PLOMO EN LA SANGRE EN EL CORDÓN UMBILICAL EN NEONATOS NORMALES. ARCHIVO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA. 12: 457-462, 1981.

2 ASSESSMENT OF THE HUMAN EXPOSURE TO LEAD AND CADMIUM THROUGH BIOLOGICAL MONITORING. NATIONAL SWEDISH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL MEDICINE AND KAROLINSKA INSTITUTE, 1982.

3 ASSESSMENT OF THE HUMAN EXPOSURE TO LEAD: COMPARISON BETWEEN BELGIUM, MALTA, MEXICO AND SWEDEN. IBID, 1985.

4 FACTORES ASOCIADOS A LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN RESIDENTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO. SALUD PÚBLICA. MÉXICO 31:625-633, 1989.

5 EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL DE LA EXPOSICIÓN PERINATAL AL PLOMO EN EL VALLE DE MÉXICO. PERINATOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN HUMANA. 3: 48-61, 1989.

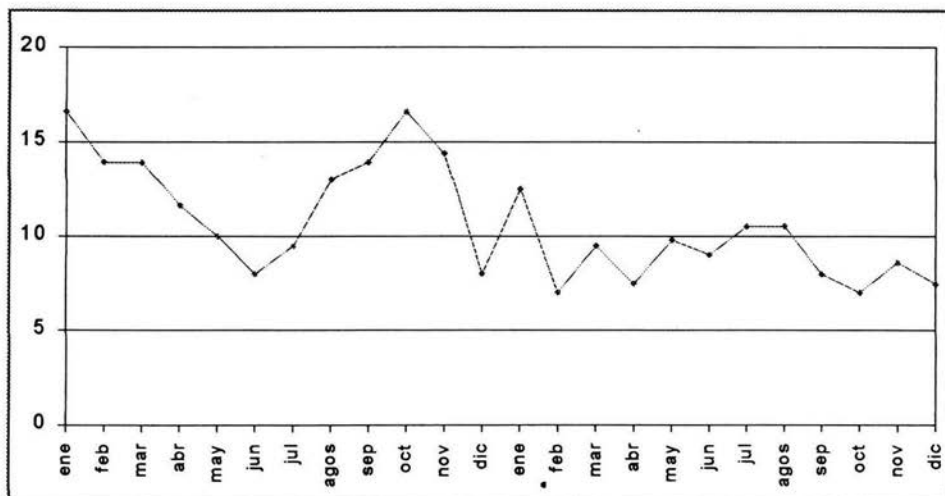
6 «LEADED GLAZED CERAMICS AS MAJORS DETERMINANT OF BLOOD LEAD LEVELS IN A MEXICAN WOMAN», ENVIRON. HEALTH PERSPECTIVE. 94: 117-120, 1990.

7 «VEHICULAR TRAFFIC AS A DETERMINANT OF BLOOD LEVELS IN CHILDREN: A PILOT STUDY IN MEXICO CITY», ARCH. ENVIRON. HEALTH 47: 246-249, 1992.

8 LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN MÉXICO. EN: LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN MÉXICO, SUS CAUSAS Y EFECTOS EN LA SALUD., COMISIÓN NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS. MÉXICO, PP 251-266, 1992.

FUENTE: INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES. DICIEMBRE 2000

Figura 6.6. ZMCM: Promedio de los niveles de plomo en el binomio madre—hijo en diez hospitales, 1992-1993 ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)



FUENTE: SECRETARIA DE SALUD, 1995

6.3.2 Indicadores de calidad del aire⁴⁷

En cuanto a los indicadores de la calidad del aire, en la figura 6.7 se resumen los valores normados para los contaminantes que suelen medirse en las redes de monitoreo en las ciudades que cuentan con ellas y entre los cuales se encuentra el plomo.

Figura 6.7. Valores límite normados para los contaminantes

Contaminante	Exposición aguda ¹		Exposición crónica ²
	Concentración (tiempo promedio)	Frecuencia máxima aceptable	
Ozono (O ₃)	0.11 ppm (1 hora)	1 vez cada 3 años	—
Bióxido de azufre (SO ₂)	0.13 ppm (24 horas)	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	—
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 horas)	1 vez al año	—
Partículas suspendidas totales (PST)	260 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	75 µg/m ³ (media aritmética anual)
Partículas fracción respirable (PM- 10)	150 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	50 µg/m ³ (media aritmética anual)
Plomo (Pb)	—	—	1.5 µg/m ³ (media aritmética anual)

¹Para población en general.

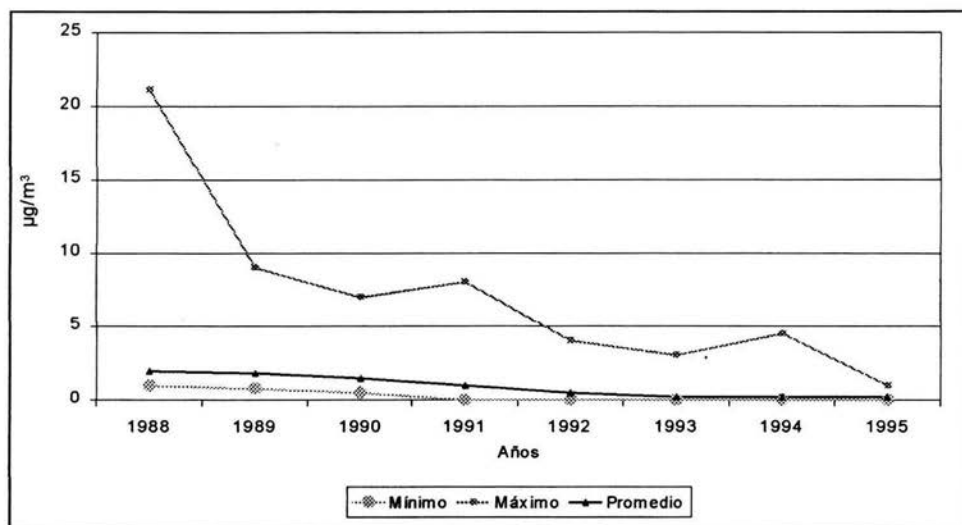
²Para población susceptible.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, 1997

Para ilustrar cómo han evolucionado las concentraciones de plomo en la atmósfera de los grandes centros urbanos, en la figura 6.8, se describe el comportamiento de este metal en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) entre los años 1988 y 1995, en donde la baja significativa de las concentraciones se relaciona con la eliminación del consumo de las gasolinas que contienen tetraetilo de plomo.

⁴⁷ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

Figura 6.8. Comportamiento histórico de los niveles de plomo en la Zona Metropolitana del Valle de México



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, 1997.

6.3.3 indicadores de calidad del agua⁴⁸

En cuanto a la contaminación de los cuerpos de agua, la figura 6.9, muestra cuáles son las veinte principales cuencas contaminadas en el país. A su vez, en la figura 6.10 se refiere al índice de calidad del agua (ICA) empleado para calificar el nivel de contaminación de las cuencas hidrológicas, así como los parámetros a partir de los cuales se construye tal indicador.

Lo que salta a la vista es que no se ha incluido entre los indicadores de la calidad del agua la presencia de compuestos químicos orgánicos; (como los plaguicidas, o inorgánicos, como los metales pesados), de manera que la clasificación de estos cuerpos de agua y el grado de prioridad para su saneamiento pudieran cambiar de incluirse este otro tipo de indicadores de riesgo ambiental.

⁴⁸ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DICIEMBRE 2000

Figura 6.9 Principales cuencas contaminadas de atención prioritaria en México



FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. EN EJECUTIVO FEDERAL, PROGRAMA HIDRÁULICO, 1995-2000, MÉXICO, 1996.

Figura 6.10. Aguas superficiales: Índice de Calidad del Agua (ICA) en las regiones administrativas de la Comisión Nacional del Agua 1994

Regiones administrativas	Índice de Calidad del agua (ICA)											
	Excelente (90-100)		Aceptable (80-90)		Levemente contaminada (70-80)		Contaminada (50-70)		Fuertemente contaminada (40-50)		Excesivamente contaminada (0-40)	
	% ²	Media ³	% ²	Media ³	% ²	Media ³	% ²	Media ³	% ²	Media ³	% ²	Media ³
México			7.10	83.86	7.10	74.63	59.10	60.78	8.70	45.71	18.00	31.86
Noroeste					3.45	71.19	77.59	61.93	1.72	50.01	17.24	29.18
Norte					16.26	73.86	67.48	61.03	6.50	48.55	9.76	30.28
Noreste			39.51	83.86	6.17	77.16	39.51	62.48	7.41	45.39	7.40	32.08
Lerma-Balsas							65.63	59.72	4.69	46.17	29.69	33.68
Valle de México					2.17	78.30	26.09	59.99	23.91	43.86	47.83	31.18
Sureste					7.27	76.10	54.55	62.51	16.36	45.04	21.82	33.91

¹ Parámetros regularmente evaluados para la estimación del ICA

• Alcalinidad	• Conductividad	• Grasas y Aceites	• Oxígeno Disuelto
• Cloruros	• Sustancias activas al Azul de Metileno	• Nitrógeno Amónico	• Acidificación (pH)
• Coliformes fecales	• Dureza Total	• Nitrógeno de Nitratos	• Sólidos Disueltos Totales
• Coliformes Totales	• Fosfatos	• Demanda Bioquímica de Oxígeno	• Sólidos Suspendidos Totales
• Color			• Turbiedad

² Porcentaje de las muestras analizadas que se ubica en cada una de las categorías de calidad del agua del ICA.
³ Promedio del ICA de las muestras consideradas en cada categoría de calidad del agua.

ICA	Requerimientos de purificación del agua para utilizarla como agua potable
Excelente (90-100)	No requiere purificación para consumo humano
Aceptable (80-90)	Requiere purificación menor antes de consumirla
Levemente contaminada (70-80)	Sin purificación su consumo es riesgoso
Contaminada (50-70)	Necesariamente requiere ser purificada
Fuertemente contaminada (40-50)	Consumo riesgoso
Inaceptable para consumo humano (0-40)	Inaceptable para consumo humano.

FUENTE: ELABORADO POR EL INEGI, CON BASE EN INFORMACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. GERENCIA DE SANEAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA, 1996.

6.3.4 Indicadores de calidad de suelos⁴⁹

Como un ejemplo de los tipos de contaminación de suelos en el país, asociados con actividades productivas, la superficie de suelos contaminados por hidrocarburos y las inversiones realizadas por la industria paraestatal PEMEX para su limpieza.

6.3.5 Indicadores del desarrollo industrial⁵⁰

Para ilustrar cómo se comporta el desarrollo de actividades industriales que pueden contribuir a la emisión de contaminantes químicos al ambiente, se resume en el figura 6.11 cuál es la contribución al PIB de la minería y el sector manufacturero y sus tendencias entre 1988 y 1996.

Figura 6.11. Estructura porcentual del producto interno bruto¹ del sector industrial 1988,1990,1995 y 1996

Concepto	1988	1990	1995	1996 ^P
Total Industrial	100	100	100	100
Minería	6.0	5.4	5.4	5.3
• Extracción y beneficio del carbón y grafito	0.3	0.3	0.3	0.3
• Extracción petróleo crudo y gas natural	3.5	3.1	3.1	3.0
• Extracción y beneficio de mineral de hierro	0.3	0.3	0.3	0.3
• Extracción y beneficio de minerales metálicos no ferrosos	0.6	0.5	0.6	0.6
• Explotación de canteras y extracción de arena y arcilla	1.0	1.0	0.9	0.9
• Extracción y beneficio de otros minerales no metálicos	0.3	0.3	0.2	0.2
Industria manufacturera	70.5	71.8	72.7	73.0
• Alimentos, bebidas y tabaco	18.8	18.7	20.4	19.1
• Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	6.9	6.7	6.1	6.5
• Industria de la madera y producto de madera	2.8	2.5	2.2	2.1
• Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	3.6	3.8	3.6	3.2
• Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico	12.0	12.1	12.0	11.5
• Productos de minerales no metálicos, excepto derivados del petróleo y carbón	5.5	5.4	5.4	5.5
• Industrias metálicas básicas	3.5	3.4	3.6	3.8
• Productos metálicos, maquinaria y equipo	15.7	17.1	17.3	19.1
• Otras industrias manufactureras	1.8	2.0	2.0	2.1
Construcción	17.1	16.8	15.3	15.5
Electricidad, gas y agua	6.4	6.0	6.5	6.2

¹ El producto interno bruto de referencia está en precios básicos en miles de pesos a precios de 1993.

^P Preliminar

FUENTE: INEGI, SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES DE MÉXICO, 1988-1996, MÉXICO, 1997.

⁴⁹ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DIC 2000

⁵⁰ INE-SEMARNAT. PROMOCION DE LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS QUIMICOS AMBIENTALES, DIC 2000

En la figura 6.12, se centra la atención en la distribución en el país de las principales plantas productoras de sustancias químicas, para el año de 1995.

Figura 6.12. Entidades federativas en las que se ubican las plantas productoras de sustancias químicas, 1995

Entidad Federativa	Química inorgánica básica	PEMEX Petroquímicas	Petroquímica intermedia (privada)	Resinas sintéticas	Fibras artificiales y sintéticas	Hules sintéticos y hules químicos	Industria adhesivos	Industria agroquímica	Pigmentos y colorantes
Coahuila	X							X	
Chiapas		X							
Chihuahua		X	X	X				X	
DF			X	X	X	X			X
Durango			X	X					
Guanajuato	X	X	X				X	X	X
Hidalgo	X	X	X	X					
Jalisco	X		X	X	X		X		X
México	X		X	X	X	X	X	X	X
Michoacán	X		X	X	X				
Morelos							X		
Nuevo León	X	X		X	X		X		X
Oaxaca		X							
Puebla		X		X					X
Querétaro	X		X	X	X	X		X	
SLP	X								
Tabasco		X							
Tamaulipas	X	X	X	X	X	X			X
Tlaxcala			X	X				X	
Veracruz	X	X	X	X	X			X	

FUENTE: ANIQ, MÉXICO, 1997. ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA 1996.

6.3.6 Indicadores de fuentes contaminantes y actividades altamente Riesgosas⁵¹

En un estudio realizado sobre la relación de giros prioritarios y ciudades con la contaminación industrial en México, se determinaron los potenciales de contaminación de cada subsector industrial considerado (figura 6.13).

⁵¹ IDEM 49 y 50

FIGURA 6.13. DESCRIPCIÓN DE SUBSECTORES INDUSTRIALES Y FACTORES DE AFECTACIÓN POR SUBSECTOR INDUSTRIAL

CMAP	Subsector / Rama económica	Aire	Agua	Residuos
31	Producción de alimentos, bebidas y tabaco			
3111	Productos cárnicos	0	4	0
3112	Industrias de productos lácteos	0	2	0
3113	Producción de conservas alimenticias	0	2	0
3114	Beneficio y molienda de productos agrícolas	2	2	0
3115	Producción de pan, galletas y similares	0	0	0
3116	Producción de masa de nixtamal y tortillas de maíz	2	2	0
3117	Producción de grasas y aceites comestibles	2	5	0
3118	Industria azucarera	4	10	0
3119	Producción de chocolates, dulces y chicles	0	2	0
3121	Producción de otros alimentos de consumo humano	0	2	0
3122	Elaboración de alimentos preparados para animales	4	2	0
3130	Producción de bebidas	0	4	0
3140	Beneficio y fabricación de productos de tabaco	2	2	0
32	Producción de textiles, prendas de vestir e industria del cuero			
3211	Preparación, hilado y tejido de fibras duras naturales	2	2	0
3212	Preparación, hilado y tejido de fibras blandas	2	5	2
3213	Confección de artículos textiles, excepto prendas de vestir	2	4	2
3214	Tejido de artículos de punto	0	4	2
3220	Confección de prendas de vestir	0	0	0
3230	Curtido, acabado y talabartería de cuero y piel	0	7	2
3240	Producción de calzado	0	0	0
33	Manufacturas de la madera			
3311	Productos de aserradero y conservación de madera	2	0	0
3312	Producción de otros artículos de madera	0	0	0
3320	Producción de muebles y similares principalmente de madera	0	0	0
34	Producción de papel, productos de papel, imprentas y editoriales			
3410	Producción de papel, cartón y sus productos	2	7	2
3420	Editoriales, imprentas y composición tipográfica	0	4	5
35	Producción de sustancias químicas y artículos de plástico o hule			
3511	Petroquímica básica	5	10	7
3512	Producción de químicos básicos	5	10	7
3513	Producción de fibras y filamentos sintéticos y artificiales	5	2	5
3521	Industria farmacéutica	2	2	7
3522	Producción de químicos secundarios	2	5	7
3530	Refinación de petróleo	7	10	10
3540	Producción de coque, asfalto y lubricantes	7	0	0
3550	Producción de artículos de hule	2	0	0
3560	Producción de artículos de plástico	2	5	4
36	Producción de bienes a base de minerales no metálicos			
3611	Producción de artículos cerámicos no estructurales	5	2	0
3612	Producción de artículos a base de arcilla para la construcción	5	0	0
3620	Producción de vidrio y sus productos	2	3	0
3691	Producción de otros bienes a base de minerales no metálicos	7	0	0
37	Industrias metálicas básicas			
3710	Industria básica del hierro y del acero	7	2	2
3720	Industria básica de metales no ferrosos	10	5	5
38	Manufacturas de productos metálicos, maquinaria y equipo			
3811	Fundición y moldeo de piezas metálicas	10	5	5
3812	Producción de estructuras metálicas, tanques y calderas	0	4	5
3813	Producción de muebles principalmente metálicos	0	4	5
3814	Producción de otros artículos metálicos	0	4	5
3821	Producción de maquinaria de uso agropecuario e industrial	0	4	5
3822	Producción de maquinaria no asignable a una cantidad específica	0	4	5
3823	Producción de equipo informático y de oficina	0	2	5
3831	Producción de equipos, aparatos y accesorios eléctricos	0	4	7
3832	Producción de equipos, aparatos y componentes electrónicos	0	4	7
3833	Producción de enseres domésticos	0	4	7
3841	Industria automotriz	0	4	7

CMAP	Subsector / Rama económica	Aire	Agua	Residuos
3842	Producción de otros equipos de transporte	0	4	7
3850	Producción de instrumentos profesionales, técnicos y de precisión	0	2	5
39	Otras industrias manufactureras			

CMAP = Clasificación Mexicana de Actividades y Productos.

FUENTE: MODIFICADO DE ÁLVAREZ, R. ET. 1995.

Se identificaron, a nivel nacional, los giros prioritarios, con un factor de afectación de 4 o más para cada medio, para éstos se calculó su grado de afectación, multiplicando el factor por la población total ocupada a nivel nacional. Se seleccionaron los primeros 16 giros para cada medio que incluyen todos aquellos con una problemática ambiental significativa. Algunos giros ocupan lugares de menor importancia a nivel nacional, pero a nivel regional o local son de alta relevancia. Este es el caso de las industrias azucarera, del cuero, del papel, de la refinación del petróleo y de petroquímica básica, que afectan considerablemente a todos aquellos centros urbanos cercanos a su ubicación. En el caso particular del giro de imprentas, editoriales, e industrias conexas, es el ejemplo de micro y pequeña industria, que emplea tintas y productos químicos altamente contaminantes y que no han modernizado su tecnología para minimizar la contaminación del agua.

6.4 ESTRATEGIA PROPUESTA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS⁵²

En general, la regla de maximización de beneficios netos implica igualar el costo incremental con el beneficio incremental. En el contexto del manejo de los residuos peligrosos, el beneficio incremental indica cuánto cambia el beneficio social al variar la cantidad de residuos peligrosos (RP), el costo incremental indica el cambio en el costo de control de los RP, al cambiar la cantidad de éstos. En general, mientras más unidades de RP se controlan, mayor será el costo de controlar unidades adicionales. Para obtener la función de beneficios no sólo debemos tomar en cuenta la relación entre los RP y el impacto sobre la salud y el medio ambiente; además, debemos considerar las estimaciones monetarias de tal impacto. Existen técnicas para lograr lo anterior y el avance metodológico ha sido considerable; empero, se trata todavía de una práctica controvertida que implica tener una gran cantidad de información, misma que no está disponible y probablemente no lo estará en un futuro cercano.

6.4.1 Objetivos y restricciones

El objetivo es sugerir una metodología que guíe a los diseñadores de política para alcanzar una reducción en la cantidad de los Residuos Peligrosos al menor costo social posible, disminuyendo los riesgos para el medio ambiente y para la salud. Para alcanzar este objetivo existe una serie de variables de decisión u opciones de control, que se mencionan a continuación:

- Reducción de la generación de RP en la fuente
- Reciclaje o reuso de los desechos generados
- Tratamiento de lo que no se puede ni reciclar ni reusar
- Incineración
- Confinamiento

⁵² JUAN CARLOS BELAUSTEGUIGOTIA, ALBERTO GARCÍA MORENO Y ADALBERTO SANTÍN* UNIDAD DE COORDINACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICOS Y SOCIALES. SEDESOL.

Las políticas públicas pueden inducir el uso de las opciones de control. Los instrumentos de política que pueden hacer esto se agrupan en:

6.4.2 Comando y control

Control directo de las actividades perjudiciales a la salud y el medio ambiente. Estos controles pueden prohibir ciertas formas de contaminación o establecer límites a los niveles de los actos perjudiciales. También pueden requerir el uso de tecnologías específicas para procesos contaminantes.

6.4.3 Instrumentos económicos

Utilizar el sistema de precios para establecer incentivos para el control de la contaminación. Los elementos a analizar son los siguientes:

a. Infraestructura

El gobierno invierte en infraestructura por dos razones: es posible que la escala más eficiente para operar sistemas de control de la contaminación requiera más recursos financieros de los que la empresa privada pueda (o esté dispuesta a) asignar. También es posible que el gobierno tenga que proveer ciertos bienes públicos (como limpiar un desecho peligroso abandonado).

b. Educación e información

Los programas de investigación, capacitación y difusión de información pueden contribuir enormemente a controlar el problema de los RP.

c. Otros instrumentos: Aquí se incluyen instrumentos contables, financieros, etc.

Los instrumentos de política tienen que tomar en cuenta las condiciones particulares del problema, en especial las siguientes:

- Restricción financiera.
- Restricción tecnológica.
- Restricción en la oferta de personal capacitado para el manejo de las instalaciones.
- Restricción de capacidad institucional.
- Restricciones sociales.

Cada opción de control tiene asociada una función de costos incrementales. El ordenamiento de las curvas de costos incrementales está basado en estudios empíricos⁵³ (EPA, Schall, etc.). Según estos estudios, la secuencia más costo-eficiente a seguir en el manejo de los Residuos Peligrosos es la que sigue:

⁵³ CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1995. BASES PARA UNA ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA EN MÉXICO: EVALUACIÓN AMBIENTAL DE 5 RAMAS INDUSTRIALES. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 3)

- o Atacar el problema en sus fuentes, reduciendo la generación de RP.
- o Reciclar los RP generados.
- o Utilizar la tecnología adecuada para el tratamiento de los residuos dentro de las plantas que los generaron.
- o Recurrir al confinamiento controlado.

La prioridad de la estrategia en el manejo de los RP es reducir y reciclar. Hecho esto, las dimensiones del problema se verán considerablemente reducidas. De lo que reste, la mayor parte (hasta 90% de todos los RP generados) puede ser tratada a través de tecnologías sencillas bien conocidas y relativamente baratas, como la neutralización, la precipitación de metales, los separadores de agua y aceite o el reciclaje de solventes.

Las empresas responsables de la generación de los RP deben, pues, adoptar una política de reducción, reciclaje y tratamiento in situ (dentro de sus instalaciones) de los residuos antes de que éstos salgan de la planta. Las preguntas relevantes son: ¿qué tanto controlar? y ¿qué métodos usar?

6.4.4 Instrumentos de política

Los instrumentos de política son capaces de inducir cambios en las opciones de control.

- Comando y control

La industria que genera RP típicamente busca manejar estos residuos en la forma menos costosa para ella. Si la normatividad para un medio es muy estricta o los cobros por residuo en ese medio son muy altos, la industria encuentra salida para sus residuos por otro medio. Por ejemplo, si el control sobre las emisiones de agua residual es muy estricto, los residuos son desechados mediante otro medio que tenga una legislación más laxa o que represente menores costos por unidad desechada. Cumplir con estas dos condiciones es un prerrequisito para lograr una exitosa reducción en la generación de residuos industriales. Además, un buen sistema de observación y vigilancia es clave para motivar la reducción de la peligrosidad de los residuos.

- Infraestructura

Efectuar mejoras en la infraestructura puede ayudar a disminuir los costos de reducir las unidades de peligrosidad. Uno de los problemas de la tecnología de tratamiento in situ es que a veces puede resultar demasiado costosa o simplemente inapropiada técnicamente, como para ser adoptada por las empresas medianas y pequeñas. Para estos casos, existe la posibilidad de introducir sistemas de tratamiento móviles, posiblemente operados por empresas privadas contratadas por el gobierno. De esta forma se generaliza la práctica del tratamiento de residuos y se minimiza la cantidad de Residuos Peligrosos transportada fuera de las plantas, ya que únicamente se sacan los lodos residuales del tratamiento. Uno de los problemas más controvertidos en el manejo de los Residuos Peligrosos tiene que ver precisamente con la construcción de infraestructura para el confinamiento de los desechos peligrosos.

Este problema es conocido como "no-en-mi-patio-trasero"⁵⁴ (Not-in-My-Backyard). Los habitantes de una comunidad se sienten seriamente afectados por tener una instalación con RP cerca de sus casas, y creen que esto les acarreará costos en el valor de sus propiedades, en la salud pública y en cuestiones ambientales. Rara vez toman en cuenta los beneficios directos a la comunidad o los beneficios a la sociedad como un todo.

- Educación e información.

Divulgar información sobre cómo reducir la generación de residuos o cómo aumentar las cantidades de residuos reciclados, reusados o tratados, puede facilitar la transición de muchas empresas a los procesos más limpios requeridos por la legislación o promovidos por los instrumentos económicos. Esta información se puede divulgar mediante talleres sobre tecnología limpia o sesiones de entrenamiento. Expertos técnicos de consultorías privadas o de universidades pueden proveer apoyo técnico a las empresas interesadas en reducir o reciclar (o tratar) sus residuos.

- Otros instrumentos.

Finalmente, otros instrumentos disponibles a través del mercado financiero son: subsidios a las tasas de interés para empresas pequeñas que buscan instalar equipo preventivo; facilidades en los requisitos de colateral cuando el préstamo sea para un proyecto de reducción de la generación de RP, y extensión de los plazos de pago. Por otra parte, el aplazamiento o la reducción de impuestos pueden alentar a las empresas más pequeñas a adoptar sistemas de reducción o tratamiento in situ de residuos generalmente implementados por empresas más grandes y mejor financiadas.

6.5 EJERCICIO PARA LA REALIZACIÓN DE UN PLANTEAMIENTO PARA NUESTRO PROBLEMA DE RESIDUOS INDUSTRIALES⁵⁵

(Dirigido a INGENIEROS QUIMICOS)

Uno de los papeles del ingeniero químico es el planteamiento del problema y la resolución del mismo; por lo tanto se plantea una serie de preguntas a resolver con el objeto de aplicar los elementos de información y orientación proporcionados a lo largo de este documento para la definición de problemas y el planteamiento de estrategias, proyectos y acciones para resolverlos.

Al abordar cada uno de los ejercicios se propone utilizar un enfoque que permita definir los resultados que se buscan obtener y anticipar los posibles indicadores para evaluar si se alcanzaron. Al mismo tiempo se invita a combinar instrumentos de gestión, al plantear las posibles acciones a desarrollar para alcanzar los resultados que se esperen. Ello implica, también, considerar la participación de múltiples sectores y actores.

⁵⁴ CRISTINA CORTINAS DE NAVA. 1996. BASES PARA UNA ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA EN MÉXICO: EVALUACIÓN AMBIENTAL DE 5 RAMAS INDUSTRIALES. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL. (SERIE MONOGRAFÍAS NO. 3)

⁵⁵ IDEM 54

Ejercicio I. Prevención y reducción de riesgos centrada en sustancias específicas a elegir

Defina un problema particular relacionado con estas sustancias

1. En qué consiste el problema
2. A quién afecta
3. Dónde ocurre

Defina el objetivo (s) o resultado (s) a alcanzar

1. Qué se busca lograr
2. Qué indicador(es) permitiría(n) determinar si se logró el (los) objetivo(s)

Identifique las acciones que se tendrían que desarrollar para lograr el objetivo

1. Cuáles, cuántas y cuando se realizarán
2. Quién o quiénes las deberán desarrollar
3. Sustentación legal
4. Qué fuentes de información se requerirán consultar para sustentar o para registrar los resultados de las acciones
5. Qué instrumentos de gestión se emplearán para desarrollar las acciones
6. Qué posibles fuentes de financiamiento aportarán recursos para realizar las acciones

Ejercicio II. Fortalecimiento de capacidades

Definición del tipo de fortalecimiento en el cual se centra el proyecto

1. Qué tipo (educación, capacitación, información, otros)
2. A qué sector se busca fortalecer
3. En dónde

Definir el objetivo(s) o resultado(s) a alcanzar

1. Enunciar qué se espera
2. Identificar indicadores para evaluar el logro de los objetivos

Identificar las acciones a desarrollar.

1. Cuáles, cuántas y cuándo se realizarán
2. Quién o quiénes la desarrollarán

Con qué recursos o con el apoyo de qué fuentes de financiamiento se realizarán

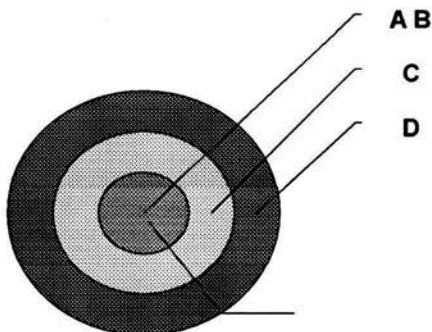
6.6 CREACION DE VALOR CON DESARROLLO SUSTENTABLE

Uno de los objetivos de todo profesionista es mejorar u optimizar en el caso de los ingenieros químicos los modelos antecesores para lo cuál somos contratados, para crear un nuevo modelo necesitamos conocer la filosofía de creación de valor con desarrollo sustentable, que a continuación se hace una reseña⁵⁶:

Responsabilidad social y ética profesional

Existe una relación muy estrecha entre los objetivos de una empresa y la responsabilidad.

MODELO DE CIRCULOS CONCENTRICOS DE RESPONSABILIDAD



FUENTE: MODELO DESARROLLADO POR EL MTR. EDUARDO ROJO Y DE REGIL, EN FUNCION DE SU EXPERIENCIA DE LAS CLASES DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

A Objetivos básico o fundamentales de una empresa

1. Clientes – Superando sus expectativas en cuanto a calidad y precio
2. Empleados y trabajadores { respeto a la dignidad humana
Calidad humana
Remuneraciones y prestaciones justas → motivación
3. Proveedores – fortalecimiento de las cadenas productivas
4. Accionistas – reconocimiento al riesgo { dividendos
ganancia de capital

⁵⁶ MODELO DESARROLLADO POR EL MTR. EDUARDO ROJO Y DE REGIL, EN FUNCION DE SU EXPERIENCIA DE LAS CLASES DE MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL.

B Objetivos complementarios:

Rentabilidad
Eficiencia
Eficacia
Permanencia

C Gobierno | pago correcto de impuestos
Infraestructura-seguridad-educación-salud

Sociedad

D Medio Ambiente: Desarrollo sustentable o sostenible

CREACION DE VALOR CON DESARROLLO SUSTENTABLE

ES EL VECTOR INTEGRAL DE CREACIÓN DE VALOR (ÉTICOS) Y DESARROLLO SOSTENIBLE (SUSTENTABLE), simbolizado por la línea que cruza por los círculos concéntricos del modelo de responsabilidad.

CONCLUSIONES

México enfrenta actualmente uno de los retos más importantes en materia ambiental, el tratamiento y disposición adecuada de los residuos peligrosos puesto que su manejo inadecuado puede provocar la proliferación de enfermedades y alterar las características del medio.

El sector industrial, y de ahí el papel tan importante del ingeniero químico, es una de las fuentes más importantes de residuos peligrosos entre las que se destacan las compañías manufactureras, minería y petroleras en las regiones norte, centro y frontera del país.

Se estima que se generan 14, 500 ton/día de residuos peligrosos en el país, de los cuales el 38% proviene de la ciudad de México⁵⁷. De acuerdo a las estadísticas del medio ambiente de 1999 publicadas por el INEGI, y la exSEMARNAP, existen aproximadamente 26, 000 km² de suelos contaminados⁵⁸. Hasta ahora la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), se ha dado a la tarea de inventariar estos sitios, con criterios que no están basados en la metodología de evaluación de riesgos a los ecosistemas y la salud humana derivados de la exposición potencial a las sustancias tóxicas contenidas en los materiales o residuos peligrosos.

Del total nacional de los residuos peligrosos 85% no se dispone adecuadamente tirándose al aire libre ó almacenándose en los patios de las plantas industriales, solo el 15% recibe un manejo adecuado.

Dentro de las compañías manufactureras, la industria farmacéutica posee en sus procesos un balance de materia casi equilibrado y la generación de residuos es baja⁵⁹.

La Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas (DGMRAR), en correspondencia con el programa de Medio Ambiente 1995-2000 del Instituto Nacional de Ecología, se orientaron a frenar las tendencias de deterioro del medio y recursos naturales, con el propósito de impulsar y asegurar el desarrollo económico y social de México con enfoque de sustentabilidad. Asumir el principio de desarrollo sustentable, cambios en la normatividad en el ejercicio de la administración pública, así como en una nueva educación y cultura de la sociedad y de las organizaciones productivas con el fin de incorporar el criterio de la calidad ambiental. Para cumplir con la filosofía del desarrollo sustentable, la DGMRAR se propuso un proceso de reestructuración de cada una de sus áreas al hacer una revisión y análisis de la Ley

⁵⁷ INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. 1994. Bases para una Política Nacional de Residuos Peligrosos. Secretaría de Desarrollo Social.

⁵⁸ INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. 1996. Programa para la Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

⁵⁹ FERNANDEZ VILLAGOMEZ G. 1997. Manejo de medicamento y fármacos caducos. Serie Monografías. INE

General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia de Residuos Peligrosos, así como en los estudios comparativos de estos ordenamientos con los existentes en otros países, permiten identificar imprecisiones, inconsistencias, y faltantes que es urgente subsanar mediante una reforma. Cuando la primera ley y su reglamento en la materia se publicaron en 1998, se carecía de un diagnóstico de la realidad nacional, que permitiera identificar cuales son los problemas generados por los residuos. Se tomó como referencia para establecer la legislación las disposiciones legales de otros países, sabiendo que no existe comparación razonable en infraestructura y recursos así como en alcances, limitaciones y problemas particulares a resolver. Uno de los instrumentos más importantes para sustentar la gestión de los Residuos Peligrosos es el sistema de manifiestos, reportes e informes periódicos que se deben presentar a SEMARNAT, de aquellos que generan y brindan servicios de manejo de dichos residuos, para integrar los inventarios de generación y saber que está pasando con ellos.

Algo esencial es que en los programas educativos, sólo existe la enseñanza dogmática que se debe rechazar, en dónde sólo se recitan los contenidos de las disposiciones jurídicas en la materia, sin llevarse a cabo la correcta aplicación de las mismas. Ahora se ofrece la posibilidad de que todos los miembros de nuestra sociedad participen en la elaboración de proyectos de normas y en la revisión de éstas, por lo cuál se necesita estar preparado científica, técnica social y económicamente para evaluar el impacto regulatorio de las normas. Para hacer un análisis de la problemática que se da en México se necesita hacer una cronología de lo que se ha hecho y lo que falta por hacer, para la recopilación de información ya que no existe uniformidad en ésta, los datos no se actualizan de manera responsable y preocupada por la situación que se vive y sin mencionar la corrupción que no deja lamentablemente nuestro país.

Entre los retos más importantes y elementos que presuponen una nueva política de gestión de residuos peligrosos se destacan las siguientes propuestas:

1. Establecer mecanismos efectivos y confiables de seguimiento y evaluación de las normas, buscando su perfeccionamiento, sustitución, modernización, adaptación a nuevas circunstancias, inclusive derogación en casos objetivos.
2. El principio de racionalidad debe prevalecer en el ejercicio normativo buscando siempre reducir costos económicos para la obtención de objetivos ambientales.
3. Debe tenerse cuidado de copiar diseños normativos vigentes en otros países y fundamentar la normalización a partir de un estudio objetivo sobre la realidad de las empresas mexicanas y el impacto en México.

4. El ejercicio de la normalización demanda una colaboración estrecha entre las autoridades ambientales y las autoridades a cargo de la política industrial y energética.
5. Las normas deben trascender el enfoque post-productivo o al final de la chimenea y tener como premisa básica y objetivo primordial la minimización de la generación de los residuos.
6. Es necesario esclarecer cuando es necesario establecer una norma de alta especificidad para una cierta tecnología o proceso o cuando por el contrario se requiere mucha mayor cobertura. Por ejemplo habrá que definir si se opta por una norma particular para incineración o se diseña una norma genérica para todo tipo de procesos térmicos.
7. Se debe buscar un nuevo horizonte de la política en el cuál se da prioridad a la prevención y reducción de los residuos peligrosos como un balance material que debe considerarse en la actividad económica final del proceso, proyecto, etc.
8. Es necesario ubicar grupos académicos, empresariales y sociales que puedan contribuir con su experiencia a la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y así generar una fuente de empleo altamente gratificante y remunerada y paradójicamente productiva.
9. Establecer un sistema de seguimiento y evaluación de desempeño de las NOM para rectificar o ajustar oportunamente.
10. Un hecho prioritario es reconsiderar la clasificación normativa de ciertos residuos de baja peligrosidad que puedan transformarse en combustibles y energía como lo son llantas, plásticos, lubricantes gastados o disolventes.

Las implicaciones derivadas de las deficiencias normativas constituyen grandes problemas que deben atenderse con prioridad como el caso de la definición y clasificación de los residuos peligrosos, la NOM 052 ECOL que contiene deficiencias importantes, al no incluir valores límite de las sustancias contenidas en los listados así como la omisión de otras sustancias tóxicas cuya presencia es importante controlar. Algo muy importante es la consideración de una sustancia como no peligrosa si después de su tratamiento cumple con las características CRETIB, lo cual en la realidad es insuficiente. Está norma cuya publicación como reformada fue aprobada por el Comité consultivo de normalización en el año 2000 y aún no se publica, evidencia la ineficiencia, de la Ley Federal de Metrología y Normalización (1992) que establece el procedimiento para elaborar las normas oficiales mexicanas mediante un proceso de consulta pública, y denota la falta de un organismo de arbitraje.

PUNTOS CRITICOS A ANALIZAR

- Creación de un organismo de arbitraje y regulación
- Transparencia de la información publicada de residuos
- La publicación de la información se debe hacer con mayor frecuencia
- Politización y corrupción relacionada
- Desinformación social, empresarial e industrial del tema
- Programa de verificación y vigilancia normalizado
- Eficiencia de los resultados de los programas de minimización
- Penas más rigurosas por daño ambiental
- Conciencia real de los generadores
- Oportunidades asociadas a la minimización y manejo de los residuos

PAPEL DE INGENIERO QUIMICO EN ESTE PROBLEMA

Como profesional dedicado a la creación y vigilancia así como desarrollo de proyectos, los cuales llevan implícitos procesos químicos, y como parte fundamental de la industria química y de la transformación lleva una carga importante en la generación de residuos industriales, que pueden ser peligrosos al estar en contacto con otras sustancias o con el medio, por lo cual es el encargado principal de dar solución a este problema por medio de un proyecto que conlleva la toma de información, evaluación de la misma y dar resultados o soluciones para el beneficio de la empresa, de la sociedad y por consiguiente como individuo miembro de estas.

Para poder atacar un problema tenemos que conocer sus raíces por lo cual en este capítulo primero se describen los antecedentes sobre el manejo de residuos industriales en México, esto es de competencia Federal a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus órganos desconcentrados en donde no hay una estandarización de criterios y donde hay confusión en la información, de requisitos, etc. Se da un panorama cronológico de lo que se ha hecho en la materia, de las respuestas gubernamentales al problema, que al vivir en un mundo globalizado tiene repercusiones a nuestro alrededor y viceversa por lo que se abarca también el contexto internacional, los enfoques empleados para atacarlo, los costos del manejo de residuos, pero también de las oportunidades asociadas a la minimización y manejo de residuos.

En el capítulo 6 se proporciona una visión de escenarios observados a través del tiempo en nuestro país, para hacer conciencia y proponer respuestas del lector y así concretar este extenso trabajo que es de todos y espero sea de ayuda para el lector, y para todo profesional de la química y de cualquier ámbito, principalmente en el de la transformación donde se necesita buscar la eficiencia absoluta con conciencia ambiental, conocer la filosofía de la creación de valor con desarrollo sustentable que debe tener todo profesional como miembro de una empresa y las responsabilidades que contrae con la misma y con la sociedad al comenzar un proyecto. Agradezco profundamente la valiosa ayuda del Dr. Reynaldo Sandoval y del Ing. Eduardo Rojo y de Regil que le hacen un gran hincapié a esta filosofía en los trabajos que asesoran para llevar a bien cualquier proyecto planteado.

Por lo tanto la conclusión y solución a este problema, es ubicarlo a través de una cronología histórica de hechos sobresalientes en la materia, como se planteó a lo largo de este trabajo y lo principal es dar respuestas y sugerencias para atacarlo; esto es a través de la búsqueda de puntos críticos y plantear soluciones, a continuación se describen estos puntos para concluir este trabajo, el punto medular y quince incisos propuestos para hacerle frente a este problema.

Punto medular: Planteamiento del objetivo para el manejo de residuos peligrosos

Sugerir una metodología para diseñar una política para alcanzar una reducción en la cantidad de residuos peligrosos al menor costo posible, disminuyendo riesgos para el medio y la salud

↓ para alcanzarlo

Existen variables de decisión u opciones de control (reducción en la fuente, reciclaje o reuso de desechos, tratamiento, incineración y/o confinamiento).

1. RESPONSABILIDADES DE GENERADORES Y MANEJADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS: es preciso ubicar estos puntos y a continuación se describen:

GENERADORES Y MANEJADORES	RESPONSABILIDADES
AUTORIDADES GUBERNAMENTALES	Establecer y verificar el cumplimiento de: <ul style="list-style-type: none"> • Políticas • Regulaciones • Disposiciones administrativas
GENERADORES	Prevenir la generación Adoptar medidas de eliminación o minimización y/o disposición final
EMPRESAS DE MANEJO	Cumplir con la normatividad que regula este servicio
ENTIDADES DE EDUCACION E INVESTIGACION	Formación de recursos humanos Generación de conocimientos y estudios necesarios para hacerle frente a este problema
ASOCIACIONES PROFESIONALES	Diseño, desarrollo y promoción de políticas y programas De minimización y manejo de residuos
TRABAJADORES IMPLICADOS EN SU MANEJO	Proteger la salud, y prevenir exposición en ambientes laborales

2. UBICAR LOS ASPECTOS CLAVE PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS PELIGROSOS: que a continuación se enumeran:

- Elaboración y actualización continua de los inventarios de generación e infraestructura de manejo de residuos peligrosos
- Establecimiento de disposiciones regulatorias
- Creación de infraestructura adecuada para el almacenamiento, manejo, transporte, reciclado, tratamiento y confinamiento lo más cerca de la fuente generadora
- Desarrollo continuo de programas de capacitación para las entidades implicadas (funcionarios gubernamentales, operadoras de plantas generadoras y empresas de servicio)
- Fomento de programas de apoyo a la minimización y manejo de residuos.
- Dar una prioridad altísima de evaluaciones de riesgo de las sustancias, a través de:

a) La normatividad: Esto es proporcionando información sobre la peligrosidad y medidas de prevención así como rigurosa vigilancia de las hojas de seguridad de materiales y de las guías de las buenas prácticas de manejo.

b) Estableciendo disposiciones para:

- Prevenir y limitar la liberación de tóxicos al ambiente
- Respuesta a emergencias
- Lograr eficientemente y de forma segura el ciclo de vida de los residuos peligrosos

- Prevenir contaminación de suelos, agua, aire, etc.

c) Estableciendo procedimiento para manejo de residuos peligrosos incompatibles

3. UBICAR LOS IMPACTOS ADVERSOS EN EL CASO DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS:

- Dar una mayor importancia a la evaluación y ejecución para fines de limpieza de los sitios contaminados a través de:
 - a) Identificación de las fuentes de exposición
 - b) Determinación del medio ambiental de exposición
 - c) Vía de exposición
 - d) Población expuesta (supervisión continua de la población expuesta)
 - e) Monitoreo ambiental
 - f) Detener o reducir la exposición (restringiendo acceso a fuentes contaminadas o sitios peligrosos)

4. UBICAR LOS OBJETIVOS Y SUPERVISIÓN DE LOS MISMOS CON RESPECTO A LA NORMATIVIDAD (NOM)

5. CREACION DE UNA REGLAMENTACION MUY ESTRICTA PARA LA REPARACION DE DAÑOS AMBIENTALES.

En conformidad con el Artículo 203 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que dice "Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que proceda, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o a la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable. "

6. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Informes de las autorizaciones y manifestaciones de impacto ambiental de instalaciones de tratamiento, confinamiento ó eliminación de residuos peligrosos con su correspondiente evaluación de riesgo.

7. AUTORREGULACIÓN Y AUDITORIAS INTERNAS AMBIENTALES

8. REVISION Y ANALISIS CRITICO CONTINUO DE LOS INSTRUMENTOS JURIDICOS E IDENTIFICAR OPORTUNIDADES PARA MEJORARLOS Y ADECUARLOS A LOS NUEVOS CONTEXTOS NACIONALE SE INTERNACIONALES.

9. SUPERVISIÓN CONTINUA DE LOS REQUISITOS TECNICOS MINIMOS PARA LAS UNIDAES DE DISPOSICIÓN.

Priorizar el tratamiento de residuos peligroso antes de la disposición final descrito en el artículo 30 del reglamento de residuos peligrosos del Instituto Nacional de Ecología, y buscar su estabilización,

neutralización o solidificación descrito en el artículo 64, y también revisar los requisitos de pre tratamiento para residuos peligrosos reciclables a través de la aplicación al suelo en donde sólo se necesita demostrar que no exhibe 1 de 4 requisitos descritos en la página 60 para promover el uso indiscriminado de estos productos.

Lo mismo sucede con el manejo de suelos contaminados y una acción prioritaria es adoptar una reglamentación adecuada y echar a andar el desarrollo de:

- a) Parámetros para niveles máximos de contaminación para agua
- b) Identificación de suelos contaminados
- c) Objetivos preliminares de restauración

10. DESARROLLAR ALTERNATIVAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y UBICAR ASPECTOS CLAVE PARA SU GESTION.

Este un punto muy importante del papel del ingeniero químico en este problema, a continuación se describen una pirámide invertida los pasos recomendados a seguir para hacerle frente a este problema y se necesita cambiar la idea totalmente inaceptable del desecho indiscriminado de residuos peligrosos en patios traseros, drenajes, tiraderos, etc.

Esta pirámide es por muchos autores apoyada y de atención prioritaria, además podría ajustarse por condiciones particulares a continuación se hizo una breve descripción de estas recomendaciones:

En un primer plano podemos encontrar:

1. TECNOLOGÍAS LIMPIAS: se busca procesos óptimos y eficientes a través de:

• **Cambios de Insumos** (sustitución de residuos peligrosos como insumos):

- usando menor cantidad de materia prima para un producto
- usando materia prima de mayor calidad
- usando diferentes materiales
- usando insumos menos tóxicos
- uso de materiales susceptibles de reciclar

• **Cambios en procesos (Adopción de procesos más limpios)**

- Optimización de parámetros operacionales
- Costo y compatibilidad de equipo nuevo
- Manejo adecuado de materiales
- Prevención de emisiones
- Mantenimiento de equipos
- Inspección continua
- Separación y almacenamiento de residuos
- Reciclado "in situ" de residuos

- Reuso y/o venta de residuos como subproductos
 - Capacitación en materia de minimización
- **Cambios en productos:** (rediseño de productos para evitar que generen residuos en exceso ó que sean peligrosos): es de aplicación más complicada por eso su tercer lugar de aplicación en la jerarquía que implicaría
 - Disminución del peso del producto
 - Uso de productos reciclables (Ej.: PET)
 - Uso de productos reusables retornables (refrescos)
 - El más viable de todos buscar la producción de un producto de mejor calidad, confiabilidad y duración

2. **MINIMIZACIÓN EN LA GENERACIÓN:** Es necesario efectuar un diagnostico de las actividades dónde se generan los residuos para establecer estrategias adecuadas para su reducción en volumen y/o cantidad.

FOMENTAR:

3. **REUSO:** Para utilizar los residuos peligrosos ya tratados y que se pueden aplicar a un nuevo proceso de transformación o de cualquier otro proceso productivo
4. **RECICLAJE:** Que consiste en la transformación de los residuos para utilizarlos con fines productivos y así absorber una parte de los costos del manejo de los mismos.
5. **TRATAMIENTO:** Con esto se busca disminuir el grado de peligrosidad y volumen de los residuos peligrosos a través de procesos químico, físicos o físico-químicos.
6. **INCINERACION:** Para la eliminación de la peligrosidad y reducción de peso y volumen de los residuos peligrosos a través de un tratamiento térmico, para su transformación en especies más estables.
7. **DISPOSICION FINAL Y CONFINAMIENTO CONTROLADO:** Es la última opción y se necesita evitar en mayor medida y de no ser posible, se procederá a tender a su normatividad.

PIRÁMIDE DE ACCIONES PRIORITARIAS PARA LA GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS



Esta pirámide se puede lograr a través del cumplimiento de criterios de minimización, y planeación del manejo así como la verificación de instrumentos para manejo de riesgos que descansan en ciertos controles propuestos que a continuación se enumeran:

1. Caracterizar el residuo (Etiquetado, Identificación y peligrosidad de la sustancia)
2. Cuantificar el residuo
3. Dar cumplimiento de la legislación (requisitos legales)
4. Buscar la minimización (antes y no al final del proceso)
5. Manejo de la bolsa de residuos
6. Búsqueda de los tratamientos existentes
7. Priorizar la protección ambiental y conservación de la salud
8. Prevención de accidentes (Hojas de seguridad de materiales, educación, capacitación y comunicación de riesgos)
9. Aspectos Económicos (Cuantificación de beneficios y efectos derivados del manejo de residuos peligrosos, definir inversiones realizadas para su control)

Para el logro de estos 9 postulados se requiere de:

1. Percepción y participación empresarial
2. Internalización de costos ambientales (el que contamina paga)
3. Cooperación tecnológica para desarrollo industrial
4. Esquemas para consolidación e infraestructura de manejo de residuos peligrosos
5. Integración de grupos focales (juntas continuas de cooperación entre empresas con el problema e instituciones de investigación para solucionarlo)

11. DARLE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS QUE SON DESCRITOS EN LOS SIGUIENTES INCISOS:

a. Legales:

- No se cuenta con procedimientos de muestreo, ni métodos analíticos para cuantificación de las sustancias incluidas en los parámetros.
- Se carece de información diagnóstica para caracterizar la situación del país, para la creación de normas que respondan a necesidades y contextos locales.
- No existe estandarización en la legislación, en cuanto a la clasificación y actividades riesgosas.
- No existe una evaluación sistemática y con indicadores de desempeño de normas, ni se les actualiza y adecua con regularidad.
- Existe redundancia normativa que provoca sobre regulación y no complementariedad y refuerzo mutuo.

b. Infraestructura:

Es necesaria la adopción de mejores tecnologías, verificación del servicio de manejo, ubicar el problema como fuente de empleo y no como tal, abatimiento de costos de producción.

En infraestructura a veces es muy costoso el tratamiento "in situ", y se pueden introducir sistemas de tratamiento móvil, operado posiblemente por empresas contratadas por el gobierno para evitar el transporte y la construcción de estructuras de confinamiento. Puede también existir un apoyo gubernamental para subsidios en equipo preventivo, reducción de impuestos para alentar a pequeñas empresas a la reducción o tratamiento "in situ".

12. CREACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO NACIONAL DEL RIESGO AMBIENTAL: Para desarrollar estrategias de administración de riesgos y ubicar las diferentes perspectivas entre las que se pueden identificar:

- I. Perspectiva histórica: evolución agrícola (tecnificación), evolución de la minería, evolución de la industrialización.
- II. Perspectiva geográfica: mapas de riesgo, prioridades y formas de acción
- III. Perspectiva sectorial: centrar la atención a sectores generadores de residuos peligrosos y ubicarlos (tamaño de industria; distribución geográfica; ubicación respecto a población, ambiente y ecosistemas; materiales peligrosos empleados, etc.)
- IV. Perspectiva Química: ubicar fuente, tamaño, control, volumen, proceso generador, etc.
- V. Perspectiva monitoreo ambiental: ubicar calidad de aire, agua, suelos.
- VI. Perspectiva de grupos a proteger, efectos a evitar, oportunidad de éxito, etc.

13. CREACIÓN DE INDICADORES DE LA GESTIÓN DE SUTANCIAS QUIMICAS Y SU DESEMPEÑO Y VERIFICACIÓN CONTINUA DE LOS EXISTENTES QUE SE ENUMERAN A CONTINUACIÓN:

- **MEDICIÓN DE ACTIVIDADES:** permisos emitidos, grupos de normas, inspecciones o multas
- **INDICADORES INDIRECTOS:**
 - Estimaciones de riesgo basadas en emisiones, descargas tóxicas y generación de residuos peligrosos
 - Estimaciones de riesgo basadas en concentraciones ambientales
 - Estimaciones de riesgo basadas en efecto en los organismos
- **INDICADORES DIRECTOS:**
 - Efectos en la salud (indicadores de salud)
 - Efectos ecológicos (indicadores de calidad del aire, agua, suelos, etc.): existe un indicador de fuentes contaminantes y actividades altamente riesgosas de acuerdo con los sub sectores industriales, dónde se identifican con un factor de 4 o más para cada medio calculando su grado de afectación multiplicando el factor por la población total ocupada y se ubica el caso de la industria que emplea tintas y productos químicos altamente contaminantes que no han modernizado su tecnología para minimizar la contaminación del agua.
 - Número de egresas que manifiestan la generación de residuos peligrosos
 - Volumen de residuos peligrosos manifestados, transportados, residuos que reciben tratamiento en empresas autorizadas, residuos reciclados, residuos empleados como combustible alterno.
 - Número de empresas que brindan servicio de manejo de residuos peligrosos
 - Convenios voluntarios para programas de minimización y manejo
 - Informes de reducción de generación e incremento de reciclado
 - Informe de residuos transportados hacia su destino final, entre otros.

15. FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES

Este es el último postulado propuesto, donde se refuerza cada uno de los postulados anteriores de la siguiente manera:

PRIMERO:

TITULO DEL PROYECTO (GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS)

↓ (A TRAVÉS DE EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN, INFORMACIÓN)

ENFOCADO A UN SECTOR Y EN UN ÁREA ESPECIFICA

SEGUNDO:

PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO DEL PROYECTO

- ALCANCE
- INDICADORES

TERCERO:

ACTIVIDADES
- PLAN
- PROGRAMA

CUARTO:

FUENTES DE FINANCIAMIENTO (estímulos gubernamentales)

Con este esquema de reforzamiento de aplicación se puede coordinar o auxiliarse para hacerle frente a esta problemática y el Ingeniero químico, está obligado a diseñar formas y esquemas para resolver este y muchos problemas, que es la base de su formación y el punto de conclusión de este trabajo.

DIRECTORIO DE PÁGINAS DE INTERNET QUE CUBREN ÁREAS RELEVANTES EN MATERIA DE RIESGOS QUÍMICOS AMBIENTALES

Nombre	Dirección	Institución responsable	Tópicos relevantes
The International Program on Chemical Safety (IPCS)	http://www.who.ch/programme/s/pcs/pcs_home.htm	OMS	Evaluación de riesgos químicos
UNEP International Register of Potentially Toxic Chemicals (IRPTC)	Http://irptc.unep.ch/irptc	PNUMA	Información toxicológica, legislación, base de datos sobre sustancias químicas
Prior Informed Consent (PIC) and the London Guidelines	Http://irptc.unep.ch/pic	PNUMA	Importación-exportación de sustancias prohibidas
Persistent Organic Pollutants (POPs)	http://irptc.unep.ch/pops	PNUMA	Contaminantes orgánicos persistentes, compuestos organoclorados
Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)	http://irptc.unep.ch/prtr	PNUMA	Registro de emisiones y transferencia de contaminantes
Trade and Environment	http://unep.ch/trade.html	PNUMA	Textos monográficos sobre comercio y ambiente
Basel Convention on Transboundary Movements of Hazardous Wastes	Http://www.unep.ch/sbc.html	PNUMA	Convención de Basilea sobre residuos peligrosos
Food and Agricultural Organization (FAO)	http://www.fao.org	FAO	Código de Conducta sobre plaguicidas
International Labour Office (ILO-CIS)	http://turva.me.tut.fi/cis/home.html	OIT	Seguridad química, Salud ocupacional, Hojas Técnicas
The Global Information Network on Chemical Safety (GINC)	http://www.nihs.go.jp/GINC	PNUMA, OIT, OCDE, NIHS (Japón)	Red para el uso seguro de sustancias químicas
Environmental Chemicals Data and Information Network (ECDIN)	http://rea.ei.jrc.it	Joint Research Center (JRC) of The Commission of European Communities	Base de datos sobre sustancias, Regulación, Legislación, etiquetado y empaque.
OECD's Work on Environmental Health and Safety	http://www.oecd.org/env	OECD	Accidentes Químicos, plaguicidas, Lineamientos de prueba buenas prácticas de laboratorio
Agency for Toxic Substances and Disease Registry's Hazardous Substance Release/Health Effect Database	http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/hazdat.html	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	Sustancias Peligrosas, rutas de exposición, lista de sustancias prioritarias, biomarcadores, efectos a la salud y el ambiente

Nombre	Dirección	Institución responsable	Tópicos relevantes
NIOSH data bases	http://www.cdc.gov/niosh/database.html	The National Institute for Occupational Safety and Health	Información toxicológica, Métodos Analíticos, Salud Ocupacional.
Portfolio-Chemical Safety	http://www-portfolio.stanford.edu/nofom/100369/5	Stanford University	Seguridad Química, Información Toxicológica, Almacenamiento
Carcinogenic Potency Database Project (CPDB)	http://potency.berkeley.edu/cpdb.html	National Cancer Institute/National Toxicology Program (EUA)	Resultados de pruebas en animales de laboratorio, Carcinogenicidad
Canadian Center for Occupational Health and Safety (CCOHS)	http://www.ccohs.ca	Canadian Center for Occupational Health and Safety (CCOHS)	Salud ocupacional, Seguridad química, Legislación, Información Toxicológica
Chemical Safety	http://www.portal.com/~austin/chemsafe/ems.html	Austin University	Software para manejo de información
Hazardous Chemical Database	http://odin.chemistry.uakron.edu/erd/	Akron University	Perfiles toxicológicos sobre sustancias químicas
Chemical Abstract Service	http://info.cas.org/	CAS	Perfiles sobre sustancias químicas
Safety Information Resources on the Internet	gopher://SIRI.UVM.EDU/ http://hazard.com/	Vermont Library	Información sobre hojas técnicas disponibles en Internet
The Society of Environmental Toxicology and Chemistry Europe	http://www.setac.org	The Society of Environmental Toxicology and Chemistry Europe (SETAC)	Evaluación de riesgo, Información toxicológica
EXTOXNET, Extension Toxicology Network	Http://ace.orst.edu/info/extoxnet/	InfoBase	Plaguicidas, Información toxicológica
Chemicals in the Environment OPPT Chemical Fact Sheets	http://www.epa.gov/docs/chemfact/	Office of Pollution Prevention and Toxics, EPA	Hojas de datos, destino ambiental de las sustancias, efectos en la salud y el ambiente
Pesticide Action Network North America (PANNA)	Http://www.panna.org/panna/	Pesticide Action Network North America (PANNA)	Plaguicidas, directorio grupos ambientalistas
Health, Safety and the Environment from the Royal Society of Chemistry	http://chemistry.rsc.org/rsc/safety.htm	The Royal Society of Chemistry	Industria química, Laboratorios, Toxicidad de las sustancias, Impacto ambiental, Seguridad Química, Hojas de seguridad

Nombre	Dirección	Institución responsable	Tópicos relevantes
EcoNet's Toxics, Hazards & Wastes Resources	Http://www.econet.apc.org/toxic/	EcoNet	Información sobre sustancias y residuos peligrosos
National Toxicology Program, USA	Http://ntp-server.niehs.nih.gov/	National Toxicology Program, (NTP)	Investigación toxicológica
Poisons Information Database, National University of Singapore	http://vhp.nus.sg/PID/	National University of Singapore	Toxicología clínica, Antivenenos, toxinas naturales
Material Safety Data Sheets at Enviro-Net.com	http://www.enviro-net.com/	Enviro-Net	Hojas de seguridad
MSDS(Material Safety Data Sheets) at Oxford University	http://physchem.ox.ac.uk/	Oxford University	Hojas de seguridad
MSDS(Material Safety Data Sheets) at University of Utah	Gopher://atlas.chem.utah.edu/toxicon/	University of Utah	Hojas de seguridad
Toxicon: Medical Toxicology Consortium	Http://toxicon.uih.uic.edu/toxicon/	University of Illinois	Toxicología, antidotos, Toxinas
Tri-Service Toxicology Consortium	Http://excalibur.wpafb.af.mil/	Naval Medical Research Institute, Air Force Armstrong Laboratory, US Army	Efectos en salud humana
Medical Management Guidelines for Acute Chemical Exposures: Patient Information (FAQs)	http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/mmg.htm	Agency for Toxic Substances Disease Registry	Toxicología clínica, Exposiciones agudas, Seguridad química
Environmental Health Perspectives	Http://ehpnet1.niehs.nih.gov	The National Institute of Environmental Health Sciences	Texto completo de la revista EHP
Hazardous Substance Research Centres	http://eoeml-www.gtri.gatech.edu/home/hsr/	Hazardous Substance Research Centres	Bioremediación, Incineración
Guía de la Industria Química	http://www.cosmos.com.mx	Publicaciones Cosmos	Productos Químicos en México

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, ROSARIO; ROVALO, MAGDALENA; ROZENZWEIG, LORENZO. 1995. Ciudades y giros prioritarios en relación con la contaminación industrial en México. Monterrey, N.L.
- ATSDR (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY).
 1. 1992 a. Impact of Lead Contaminated Soil on Public Health. Atlanta, GA: US.
 2. 1992 b. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
 3. 1992 c. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
 4. 1993 a. Toxicological Profile for 4, 4'-DDT, 4, 4'-DDE, 4, 4'-DDD (Update). Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
 5. 1993 b. Toxicological Profile for Chlordane (Update). Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
 6. 1993 c. Toxicological Profile for Mercury (Update). Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
 7. 1996. Toxicological profile for Polychlorinated Biphenyls (Update). Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, AC. s.f. Guía Básica de Servicios. México, D.F.: ANIQ.
- AZUELA, A. ET AL.1993. Desarrollo sustentable hacia una política ambiental. México. UNAM, Coordinación de Humanidades. pp. 105-176.
- COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL COOPERATION.1996. Status of PCB management in North America. Montreal, Québec: CEC.
- CONSEJO DE RECURSOS MINERALES. 1996. Anuario estadístico de la minería mexicana 1995, edición 1996. México, D.F.: SECOFI.
- COREY, GERMÁN; GALVAO, LUIZ A C.
 1. 1987. Cadmio, Serie Vigilancia, 4. Metepec, 2do. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
 2. 1989. Plomo, Serie Vigilancia, 8. Metepec, Edo. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
- CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; CANSECO GONZÁLEZ, SILVIA; LOREDO MEDINA, OLGA LYDIA; RUIZ, FERNANDO; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. Lo que usted debe saber sobre el clordano y su situación en América del Norte, Serie Clordano No. 1. México, D.F.: INE/SEMARNAP.

- CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; LOREDO MEDINA, OLGA LYDIA; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. Lo que usted debe saber sobre el DDT y su uso en el combate al paludismo, Serie DDT No. 1. México, D.F.: INE/SEMARNAP.
- CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; RUIZ, FERNANDO; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. Lo que usted debe saber sobre el mercurio y su situación en América de Norte, Serie Mercurio No. 1. México, D.F.: INE/SEMARNAP.
- CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; ORDAZ GUILLÉN, YOLANDA; RUIZ, FERNANDO; CRISTÁN FRÍAS, ARTURO. 1996. Lo que usted debe saber sobre el plomo, Serie Plomo No. 1. México, D.F.: INE/SEMARNAP.
- CORTINAS DE NAVA, CRISTINA.
 1. 1995. Bases para una estrategia ambiental para la industria en México: evaluación ambiental de 5 ramas industriales. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL. (Serie Monografías No. 6)
 2. 1994. Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL. (Serie Monografías No. 5)
 3. 1993. Regulación y gestión de productos químicos en México, enmarcados en el contexto internacional, México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL. (Serie Monografías No. 1)
 4. 1996. Worldwide overview of hazardous wastes. Toxicology and Industrial Health, Vol. 12, No. 2, Págs. 127-139.
- DGMRAR. INE-SEMARNAT. 1999. Promoción de la Minimización y manejo integral de los Residuos Peligrosos.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
 1. 1989. Manual de factores de exposición.
 2. 1992. Framework for ecological risk assessment. (EPA/630/R-92/001).
 3. 1995. Design for the Environment, building partnerships for environmental improvement. Washington, D.C.: EPA, Office of Pollution Prevention and Toxics. (EPA/600/K-93/002).
- EPA/SEDESOL
 1. 1993. La minimización de residuos en la Industria del Acabado de Metales. Grupo de trabajo sobre la prevención de la contaminación.
 2. 1994. Manual sobre la prevención de la contaminación en la industria del acabado de madera. Grupo de trabajo sobre la prevención de la contaminación.
- FIELD B.C., AZQUETA OYARZUN D. Economía y Medio Ambiente. MC. Graw-Hill. Tomos 1 a 3.
- FIRESTONE D.B., REED F.C. 1993. Environmental law for non-lawyers. SoRo Press.

- FINKELMAN, JACOBO; COREY, GERMÁN; CALDERON, REBECCA. 1994. Epidemiología ambiental: un proyecto para América Latina y el Caribe. Metepec, Edo. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
- FREEMAN H. M. 1990. Hazardous Waste Minimization. McGraw-Hill.
- GALVAO, LUIZ A C.; COREY, GERMÁN. 1987. Mercurio, Serie Vigilancia 7. Metepec, Edo. de México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
- GODÍNEZ, R. R.1994. Confinamiento de residuos peligrosos con la Frontera Norte de México. El caso de Coahuila y Texas. Tesis Facultad de Derecho. UNAM. México
- HOWSON, CHRISTOPHER P; HERNÁNDEZ ÁVILA, MAURICIO; RALL, DAVID P. 1996. El plomo en América, estrategias para la prevención. Cuemavaca, Mor., México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA; CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGÍA HUMANA Y SALUD. 1995. Intoxicación por plomo: de la detección a la prevención primaria. Salud Pública de México. Vol. 37 No. 3: Págs. 264-276.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA
 1. 1994. La minería en México. Aguascalientes, México: INEGI.
 2. 1995. XIV Censo industrial, industrias manufactureras, productos y materias primas Resumen general, Censos Económicos 1994. Aguascalientes, México: INEGI.
- INE-SEMARNAT. 2000. Promoción de la Prevención y reducción de riesgos químicos ambientales
- INE. 1999. Evolución de la política nacional de materiales peligrosos, residuos y actividades altamente riesgosas. Ed. Enkindú
- INEGI – SEMARNAP. 1998. Estadísticas del Medio Ambiente. México, 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA.
 1. 1993. Regulación y Gestión de Productos Químicos en México, Enmarcados en el Contexto Internacional. Secretaría de Desarrollo Social.
 2. 1993. Residuos Peligrosos en el Mundo y en México. Serie Monografías No. 3. Secretaría de Desarrollo Social. (Cortinas de Nava C. y Vega S. Autoras y Compiladoras).
 3. 1994. Bases para una Política Nacional de Residuos Peligrosos. Secretaría de Desarrollo Social.
 4. 1994. Prevención y Preparación de la Respuesta en Caso de Accidentes Químicos en México y en el Mundo. Secretaría de Desarrollo Social.
 5. 1995. Residuos Peligrosos en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (Garfías F.J. y Barojas Weber L. Editores).
 6. 1996. Programa para la Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

7. 1997. Gestión ambientalmente racional de las sustancias químicas desde la perspectiva de la Industria. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
 8. 1997. Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas de Atención Prioritaria. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- JIMÉNEZ CISNEROS, BLANCA E; ET AL. 1996. Investigación y evaluación de las acciones y regulaciones para mitigar la contaminación por descargas provenientes del riego agrícola. Informe final, México, D.F.: Instituto de Ingeniería, UNAM.
 - LÓPEZ ACUÑA, DANIEL; GONZÁLEZ DE LEÓN, DEYANIRA; MORENO SÁNCHEZ, ANA ROSA. 1987. La salud ambiental en México. México: Universo Veintiuno.
 - LAGREGA M.D., BUCKINGHAM P.L., EVANS J.C. 1996. Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Vol. I y II. McGraw-Hill.
 - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 1993. 8° ED. México. Porrúa. 577pp.
 - LÓPEZ ACUÑA, DANIEL; GONZÁLEZ DE LEÓN, DEYANIRA; MORENO SÁNCHEZ, ANA ROSA. 1987. La salud ambiental en México. México: Universo Veintiuno.
 - MERCK & CO. 1983. The Merck Index, Tenth edition. Rahway, NJ: Merck & Co.
 - NUEVA ZELANDA, DEPARTAMENTO DE SALUD. 1988. Manejo seguro de los BPC, Código de prácticas. Metepec, Edo. de México. Traducido por: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS/OMS.
 - OECD. 1996. Washington Waste Minimization Workshop. Vols. I y II.
 - OECD
1. 1993. Lead, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 1. Paris: Environment Directorate, OECD.
 2. 1994. Cadmium, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 5. Paris: Environment Directorate, OECD.
 3. 1994. Mercury, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 4. Paris: Environment Directorate, OECD.
 4. 1993. Lead, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 1. Paris: Environment Directorate, OECD.
 5. 1994. Cadmium, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 5. Paris: Environment Directorate, OECD.
 6. 1994. Mercury, Background and National experience with reducing risk; Risk Reduction Monograph No. 4. Paris: Environment Directorate, OECD.

- OMS
- 1. 1979. Bifenilos y trifenilos policlorados, Criterios de Salud Ambiental, 2. Washington, D.C.: OPS/OMS. (Publicación Científica No. 387)
- 2. 1979. Plomo, Criterios de Salud Ambiental, 3. Washington, D.C.: OPS/OMS. (Publicación Científica No. 388).
- 3. 1995. Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1, (Recomendaciones), segunda edición. Ginebra: OMS.
- OPS. 1996. El problema de exposición al plomo en América Latina y el Caribe. Metepec, Edo. de México: ECO/OPS/OMS. (Serie Ambiental No. 16)
- ORTIZ MONASTERIO, FERNANDO; CORTINAS DE NAVA, CRISTINA; MAFFEY GARCÍA, LOURDES. 1987. Manejo de los desechos industriales peligrosos en México. México: Universo Veintiuno.
- PETTS J., EDULJEE G. 1994. Environmental Impact Assessment for Waste Treatment and Disposal Facilities. John Wiley & Sons, Inc.
- PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 1998. Informe Trienal 1995-1997. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- PROGRAMA CONJUNTO FAO/PNUMA PARA LA APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO PREVIOS.
- 1. 1992. Documentos de orientación para la adopción de decisiones; clordano, clordimeform, cihexatín, dibromuro de etileno, heptacloro y compuestos de mercurio. Roma: FAO.
- 2. 1991. Documentos de orientación para la toma de decisiones; aldrin, DDT, dieldrin, dinoseb y sales de dinoseb, fluoracetamina y HCH (mezcla de isómeros). Roma: FAO.
- 3. 1996. Actualización de la circular ICP V-ene. 1996. Roma: FAO.
- RESPONSIBLE CARE. 1996. Workshop on Non-Regulatory Initiatives. Crystal City, VA.
- SCHNOOR, J. L. (ED.). Fate of pesticides and chemicals in the environment. New York: John Wiley.
- SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, 1992. Ley Federal de Metrología y Normalización.
- SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, 1992. Guía piloto para la realización de análisis costo-beneficio en la elaboración de normas.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. (SEDUE). 1993. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- SEDESOL. Diario Oficial de la Federación. México, de las siguientes fechas: 7 de febrero de 1984, 19 de enero de 1987, 28 de enero de 1988, 25 de noviembre de 1988, 3 de mayo de 1989, 6 de abril de 1990, 9 de agosto de 1991, 15 de noviembre de 1991, 26 de junio de

1992, 1º de julio de 1992, 31 de diciembre de 1992, 7 de abril de 1993, 22 de octubre de 1993, 5 de noviembre de 1993.

- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA.
 1. 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ed. Porrúa
 2. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Instituto Nacional de Ecología y Programa Universitario de Medio Ambiente. 1997. Lineamientos para la Elaboración y Desarrollo del Programa Voluntario de Gestión Ambiental de la Industria en México.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. (SEMARNAP). 1997. Sistema integrado de regulación directa y gestión ambiental de la industria (SIRG). México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- SECRETARÍA DE SALUD; SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. 1996. Perfil nacional sobre uso y manejo de sustancias químicas en México. México, D.F.: SSA.
- SORIA PUENTE, LUIS. 1996. Metodología para la prevención de accidentes y daños a la salud y al ambiente ocasionados por mercurio o sus compuestos. México, D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
- STELLMAN J.M., DAUM S.M. 1971. Work is dangerous to your health. Vintage Books
- STOKINGER, HERBERT E. 1972. Concepts of thresholds in standard setting. Arch. Environ. Health 25:155
- SUBGRUPO DE TRABAJO BPC, COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL. Julio, 1996. Plan regional de acción BPC. (Borrador). Proyecto de Manejo Racional de Sustancias Químicas. Montreal, Canadá.
- SUBGRUPO DE TRABAJO SOBRE DDT Y CLORDANO, COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL
 1. Noviembre, 1996. Plan regional de acción de América del Norte para el Manejo de Clordano. (Borrador). Proyecto Manejo Racional de Sustancias Químicas. Montreal, Canadá.
 2. Noviembre, 1996. Plan regional de acción de América del Norte para el Manejo del DDT. (Borrador). Proyecto Manejo Racional de Sustancias Químicas. Montreal, Canadá.
- SUBGRUPO DE TRABAJO SOBRE MERCURIO, COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL. Octubre, 1996. Plan regional de acción de América del Norte para el Manejo del Mercurio. (Borrador). Proyecto Manejo Racional de Sustancias Químicas. Montreal, Canadá.
- TURNBERG W.L. 1996. Biohazardous Waste. Risk Assessment, Policy and Management. John Wiley & Sons, Inc.
- UNITAR; UNEP; ILO; WHO. 1997. Key elements of a National programme for chemicals management and safety. (Advanced draft copy for distribution at IFCS-2 Only) Geneva. International Program on Chemical Safety (IPCS).

- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. 1994. Hazardous Waste and Public Health, International Congress on the Health Effects of Hazardous Waste. (Andrews J.S. Jr., Frumkin H., Johnson B.L., Mehman M.A., Xintaras Ch., Bucselo J.A. Editores). Princeton Scientific Publishing Co. Inc.
- WEINSTEIN CH.E. Environmental fate and ecosystem impact. En: Ecotoxicity and Human Health Serres F.J. y Bloom A.D. Ed., CRC.Lewis, 1996, p.p.63-85
- WORLD BANK. 1989. The Safe Disposal of Hazardous Wastes. The Special Needs and Problems of Developing Countries. Technical Paper No. 93, Vols. I, II, III. (Batstone R., Smith J.E Jr., Wilson D. , Editores).