

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
HIDALGO**



**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN MEXICANA SOBRE  
RESIDUOS PELIGROSOS Y PROPUESTAS PARA  
MEJORAR SU GESTIÓN**

**MONOGRAFÍA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA  
INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A**

**P.D.I.I. JUANA HERNÁNDEZ PÉREZ**

**Directora**

**Dra. María de Refugio González Sandoval**

*Abril 2014*

# RESUMEN

Los residuos peligrosos son aquellos que sustancial o potencialmente, ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen algunas de las características CRETIB (Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad o agentes Biológico-Infecciosos), así como también los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por ellos. Sin embargo, la atención a los problemas ambientales que generan estos residuos data apenas de hace alrededor de 20 años. La presente investigación se enfoca en el análisis crítico de la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos y de la información oficial reportada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales sobre los volúmenes de residuos peligrosos. La finalidad de este trabajo es brindar un documento que facilite el conocimiento práctico de esta legislación, desde la perspectiva de la jerarquía legal y su aplicación en las empresas de manufactura y servicios. Asimismo, exponer mecanismos para alentar la prevención, minimización o eliminación de la generación de los residuos peligrosos a través de la implementación de sistemas de gestión ambiental integral.

En primera instancia, en el capítulo 2, se presenta un panorama de los eventos a nivel internacional que dieron origen a los acuerdos internacionales que regulan el manejo de las sustancias y residuos peligrosos, además de las características y definiciones que se tienen en México para la identificación de los residuos y la estimación de los volúmenes de residuos peligrosos generados. A continuación, en el capítulo 3, se detalla la legislación en materia de residuos peligrosos desde su origen en la Carta Magna hasta las Normas Oficiales Mexicanas y se presenta un análisis de sus fortalezas y debilidades. En el capítulo 4 se especifican las disposiciones establecidas por SEMARNAT para el registro y manejo de los residuos peligrosos y se resumen en un diagrama de flujo. En el capítulo 5 se

describen técnicas para prevenir o minimizar la generación de residuos a partir de conceptos como los principios de la ingeniería verde, ecología verde y los sistemas de gestión ambiental integral.

Los resultados de la investigación indican que la legislación ambiental mexicana no es revisada de manera periódica y no es específica en cuanto a todos los pasos que deben seguirse en el manejo de los residuos. También se detectó que hay una carencia de legislación municipal, en la mayoría de los estados, que adapte la legislación federal a los requerimientos locales específicos y las existentes hacen sólo referencia a los residuos sólidos. También se concluye que es necesario que las empresas cierren sus ciclos de vida y se hagan responsables de los residuos peligrosos, no solo de los que se generan en sus procesos sino también de los residuos generados después de haber concluido la vida útil de sus productos.

Con base en el análisis realizado, se hacen algunas recomendaciones que pueden remediar las deficiencias identificadas en la ley y mejorar la gestión de los residuos peligrosos como las siguientes: los procesos de verificación de la misma deben realizarse en periodos de tiempo más cortos (2 años por lo menos), las autoridades deben de ser más estrictas en la aplicación de la ley, para sancionar las irregularidades en el manejo de residuos peligrosos; elaborar leyes municipales que lleven a un mayor control dentro de cada municipio de las entidades federativas; la actualización continua de la información que reportan las entidades y fomentar la realización de trabajos de investigación que permitan el estudio de los distintos residuos peligrosos que se generan día con día en los variados procesos donde se generan los productos y servicios.

**Palabras clave:** legislación ambiental, residuos, residuos peligrosos, gestión ambiental

# ABSTRACT

Hazardous wastes are those which pose a threat to human health or the environment when handled improperly and have any of the CRETIB characteristics (Corrosive, Reactivity, Explosive, Toxicity, Inflammability or Biological-Infectious), as well as packaging, containers and soils that have been in contact with them. However, attention has been paid to these wastes only since twenty years ago. The present work is focused on the critical analysis of the Mexican environmental legislation on hazardous wastes and the official information reported by the Ministry for the Environment and Natural Resources (SEMARNAT in Mexico) on the volumes of hazardous wastes. The aim of the research is to gather in a single document a practical knowledge of the legislation from the perspective of the legal hierarchy and its application to manufacturing and service companies. Mechanisms to encourage the prevention, minimization or elimination of hazardous wastes generation by means of the implementation of environmental integral management systems are also exposed.

In first place, within chapter 2, an overview of the international events that originated the international agreements that regulate the management of hazardous substances and wastes is presented, as well as the characteristics and definitions used in Mexico to identify wastes and the estimation of the generated hazardous wastes. Following, in chapter 3, the legislation on hazardous wastes is traced from the origin in the Political Constitution of the United Mexican States to the Mexican Official Standards and a SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) analysis of the legislation is performed. In chapter 4, the dispositions stated by SEMARNAT to register and manage the hazardous wastes are specified and synthesized in a flow diagram. In chapter 5, techniques for preventing or minimizing the hazardous wastes generation departing from the concepts of green engineering, green ecology and environmental integral management systems are described.

The results of this research indicate that the Mexican legislation is not revised periodically and it is not specific in regard to the steps that most followed for the wastes management. It was also detected that in most of the states, there is a lack of municipal legislation that adapts the requirements of the federal legislation to local needs, and the existing ones, are specific for solid wastes. It is also concluded that it is necessary that companies close the life cycle of their products and become responsible not only for the wastes generated in their processes but also for the ones generated after the useful life of the products is due.

Based on the analysis performed, some suggestions to correct the deficiencies of legislation are presented, such as the reduction of the laws review times to periods of two years; the law reinforcement by the authorities and punishment measures to irregular wastes management and the promulgation of municipal laws that conduct to a better control of the local wastes generation. It is also recommendable the official data on hazardous wastes generation and management is continuously updated and that research on the hazardous wastes generated in diverse processes and services is promoted.

**Key words:** environmental legislation, wastes, hazardous wastes, environmental management

# ACRÓNIMOS

**ACV:** Análisis del Ciclo de Vida.

**BM:** Banco Mundial.

**CCA:** Comisión para la Cooperación Ambiental.

**CEE:** Comunidad Económica Europea.

**CMAP:** Clasificación Mexicana de Actividades y Productos.

**COA:** Cédula de Operación Anual.

**COFEPRIS:** Comisión Federal de Protección Contra Riesgos Sanitarios.

**COP:** Contaminantes Orgánicos Persistentes.

**CPR:** Códigos de Peligrosidad de los Residuos.

**CRETIB:** Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad o agentes Biológico-Infeciosos.

**CRIT:** Corrosivo, Reactivo, Inflamable y Tóxico.

**DGGIMAR:** Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.

**DGMIC:** Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes.

**DOF:** Diario Oficial de la Federación.

**EDAR:** Estaciones de Depuración de Aguas Residuales.

**EV:** Ecología Verde.

**EPA:** Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos (*Environmental Protection Agency* en inglés).

**INE:** Instituto Nacional de Ecología.

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

**IV:** Ingeniería Verde.

**ISO:** Organización Internacional de Normalización o ISO (del griego “isos” o igual; “*International Organization for Standardization*”).

**JICA:** Agencia Japonesa de Cooperación Internacional  
(“*Japan.InternationalCooperation Agency*”)

**LAU:** Licencia Ambiental Única.

**LEEPA:** Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

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

**LGPGIR:** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**NIP:** National Implementation Plans (Planes Nacionales de Implementación).

**NOM:** Normas Oficiales Mexicanas.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**PET:** Tereftalato de polietileno (“*Polyethyleneterephthalate*”).

**PECT:** Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos.

**PHVA:** Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PNUMA:** Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**PRE:** Planes de Respuesta a la Emergencia.

**PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

**PVG:** Programa Voluntario de Gestión Ambiental.

**P+L:** Producción más Limpia.

**QV:** Química Verde.

**RETC:** Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

**SCT:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes

**SEDESOL:** Secretaría de Desarrollo Social.

**SEDUE:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**SEMARNAP:** Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

**SEMARNAT:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**SGA:** Sistema de Gestión Ambiental.

**SGPA:** Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental.

**SIRG:** Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria.

**STPS:** Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

**3R's:** Reducir, Reusar y Reciclar.

# Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>3</b>
<b>ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>3</b>
1.1 Introducción .....	3
1.2 Planteamiento del Problema .....	5
1.3 Justificación .....	7
1.4 Objetivo .....	8
1.5 Metas .....	8
1.6 Alcance.....	8
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
<b>DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PANORAMAS NACIONAL E INTERNACIONAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS</b> .....	<b>9</b>
2.1 Definiciones y características de los residuos.....	10
2.2 Panorama Internacional de los Residuos Peligrosos.....	16
2.3 Panorama de los Residuos Peligrosos en México .....	24
2.3.1 Infraestructura para el Manejo de Residuos Peligrosos.....	35
2.3.2 Generación de Residuos en el Estado de Hidalgo .....	40
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>48</b>
<b>LEGISLACIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>48</b>
3.1 Legislación Nacional .....	51
3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	53
3.1.2 Tratados Internacionales .....	56
3.1.3 Leyes Federales .....	61
3.1.4 Leyes Estatales.....	72
3.1.5 Reglamentos .....	76
3.1.6 Normas Oficiales Mexicanas .....	82
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>93</b>

<b>GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y DEL ANÁLISIS DE OPERACIÓN APLICABLES EN LAS EMPRESAS MEXICANAS.....</b>	<b>93</b>
4.1 Políticas de Regulación Directa.....	94
4.2 Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG) .....	116
4.3 Sistemas de Gestión Ambiental .....	120
4.4 Ciclo de Vida de Productos y Residuos .....	126
4.6 Ventajas y Limitaciones para la Implementación de un SGA .....	131
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>135</b>
<b>MEDIDAS ADICIONALES PARA LA PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL.....</b>	<b>135</b>
5.1 Sistema de Gestión Energética (SGE).....	135
5.2 Ingeniería Verde.....	137
5.3 Ecología Industrial .....	143
5.3 Actividades Estratégicas Ambientales.....	145
5.4 Técnicas para la Reducción de los Residuos .....	151
5.5 Intervención de las Autoridades en la Gestión de Residuos .....	158
5.6 Participación de la Sociedad en la Disminución de la Generación de Residuos ....	160
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>161</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>161</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>165</b>

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

### Figuras

<b>Figura 2.1</b> Porcentaje de Generación de Residuos Peligrosos Según la Categoría de Generador, en el Periodo 2004-2011	33
<b>Figura 2.2</b> Generación de Residuos Peligrosos Reportada al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, por Tipo, 2004-2011	34
<b>Figura 2.3</b> Volumen Autorizado para el Manejo de Residuos Peligrosos por Entidad Federativa, 2011	36
<b>Figura 2.4</b> Resultado de las Visitas de Inspección en Materia de Residuos Peligrosos, 2001-2010	39
<b>Figura 2.5</b> Resultado de las Visitas de Inspección en Materia de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos, 2001-2010	40
<b>Figura 3.1</b> Esquema de la Jerarquía Legal	52
<b>Figura 4.1</b> Diagrama de Obligaciones Administrativas de los Generadores de Residuos Peligrosos	105
<b>Figura 4.2</b> Etapas de Manejo de los Residuos Peligrosos	113
<b>Figura 4.3</b> Ciclo de Mejora Continúa	121
<b>Figura 4.4</b> División de la ISO 14000	125
<b>Figura 4.5</b> Ciclo de Vida de un Producto	127
<b>Figura 4.6</b> Ciclo de Vida de Nueve Fases de los Residuos Desde el Punto de Vista Social	130
<b>Figura 4.7</b> Principales Actores en el Ciclo de Vida de los Residuos	130

## Tablas

<b>Tabla 2.1</b> Listado de Categorías del Anexo I de la Directiva No.75/442 del Consejo de Europa	11
<b>Tabla 2.2</b> Definiciones de Residuo, Material y Producto	14
<b>Tabla 2.3</b> Clasificación de Residuos	14
<b>Tabla 2.4</b> Definiciones de Material y Residuos Peligrosos	15
<b>Tabla 2.5</b> Exposición de Poblaciones Humanas a Metales por la Disposición Inadecuada de Residuos Industriales	17
<b>Tabla 2.6</b> Ejemplos de Exposición de Poblaciones a Confinamientos No Controlados de Residuos Industriales	18
<b>Tabla 2.7</b> Los Accidentes Químicos más Publicitados	18
<b>Tabla 2.8</b> Compuestos Orgánicos Persistentes Señalados en el Convenio de Estocolmo	21
<b>Tabla 2.9</b> Relación de Sitios Afectados por Disposición Inadecuada de Residuos Peligrosos	26
<b>Tabla 2.10</b> Sitios Afectados por Residuos Peligrosos de Manera Clandestina	27
<b>Tabla 2.11</b> Comparativo de los Residuos Peligrosos Tradicionales con los Nuevos Peligros	27
<b>Tabla 2.12</b> Volumen de Generación Anual de Residuos en México	28
<b>Tabla 2.13</b> Estratificación de las Empresas	31
<b>Tabla 2.14</b> Residuos Peligrosos Comunes en la República Mexicana	34
<b>Tabla 2.15</b> Número de Empresas por Sector y Tamaño en Hidalgo, al 29 de Septiembre del 2013	41
<b>Tabla 2.16</b> Número de Empresas por Municipio del Estado de Hidalgo, al 30 de Septiembre del 2013	41
<b>Tabla 2.17</b> Estimación de Residuos Peligrosos a Generar por Sector de Actividad de Empresas Registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT del año 2004 a Diciembre del 2012	44
<b>Tabla 2.18</b> Estimación de Residuos Peligrosos a Generar por Categoría de Generador	45
<b>Tabla 3.1</b> Definiciones Normativas Relevantes a la Identificación y Clasificación de los Residuos Peligrosos	86
<b>Tabla 3.2</b> Clasificación de los Residuos Peligrosos	89
<b>Tabla 4.1</b> Análisis de Fortalezas y Debilidades para la Implementación de la Legislación Ambiental	114
<b>Tabla 4.2</b> Normas que Forman la Familia ISO 14000	126
<b>Tabla 4.3</b> Ciclo de Vida de un Producto	128
<b>Tabla 5.1</b> Fuentes Esenciales de Pérdida de Material en Proceso	152
<b>Tabla 5.2</b> Ejemplos de los Cambios Operaciones para Reducir la Generación de Residuos	153
<b>Tabla 5.3</b> Ejemplos de Reducción de Residuos Mediante Sustituciones de Material	154
<b>Tabla 5.4</b> Ejemplos de Modificaciones de Procesos de Producción para la Reducción de Residuos	155
<b>Tabla 5.5</b> Ejemplos de Reducción de Residuos Mediante la Reducción	156

# CAPÍTULO 1

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Introducción

La atención de los temas asociados con el medio ambiente y los recursos naturales, cada vez y con mayor frecuencia, ocupan un papel más relevante en el ámbito internacional, teniendo como eje fundamental la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Desde 1992, México ha firmado más de 500 acuerdos ambientales multilaterales y de acuerdo con la legislación relativa a los tratados internacionales, cuando éstos han sido aprobados por el Senado y suscritos por el Ejecutivo se convierten en Ley Nacional.

Uno de los problemas ambientales que enfrenta México es el manejo integral de los residuos que generan diversos procesos industriales así como de los residuos domésticos (Pérez, 2000). Los residuos se clasifican, de acuerdo con la legislación mexicana en (SEMARNAT, 2008):

**Residuos sólidos urbanos:** Proviene de la eliminación de los materiales que se utilizan en casa y de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de establecimientos o en las calles, con características domiciliarias.

**Residuos de manejo especial:** Son los que se generan en los procesos productivos, pero que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

**Residuos peligrosos:** Son aquellos que sustancial o potencialmente, ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen algunas de las características CRETIB (Corrosividad,

Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad o agentes Biológico-Infeciosos) que les confieren peligrosidad, así como también los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por ellos.

Entre los objetivos de la política ambiental actual se encuentran la regulación de la industria y la protección contra riesgos ambientales, incluidos los generados por el uso de sustancias químicas peligrosas. En el Proyecto de Gran Visión México 2030, definido en el contexto del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, se remarcó que la sustentabilidad ambiental sería un criterio rector en el fomento de las actividades productivas. Es por ello que, al menos teóricamente, se están incorporando aspectos de impacto y riesgo ambiental en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas. Asimismo, se plantea ver a la industria y la gestión de residuos y emisiones de sustancias tóxicas, como temas prioritarios que, de no ser atendidos estratégicamente, impedirían que esta visión pueda ser alcanzada. Actualmente, el Plan de Desarrollo Nacional 2013-2018, indica también la intención de fomentar el desarrollo sustentable y reconoce las pérdidas del PIB (Producto Interno Bruto) ocasionadas por el deterioro ambiental.

Particularmente, la gestión ambiental de las sustancias químicas peligrosas forma parte de las estrategias de protección al medio ambiente orientadas a la prevención y control de la contaminación. Estas estrategias están incluidas en la Agenda Gris de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que establece acciones específicas para el monitoreo, prevención, control y remediación de la contaminación del aire, agua y suelo (Romero *et al.*, 2009).

## 1.2 Planteamiento del Problema

Los residuos peligrosos tienen un gran impacto sobre la salud humana y el medio ambiente, su generación se incrementó drásticamente en todo el mundo a raíz de la revolución industrial, ya que se aceleró el progreso en muchos campos. Los avances de las ciencias médicas y en salud pública redujeron la tasa de mortalidad, facilitando un incremento espectacular de la población humana. De modo paralelo, el consumo individual creció de forma acelerada a medida que la producción industrial, la extracción de recursos naturales y la agricultura intensiva se multiplicaron. Sin embargo, la contabilización de los volúmenes de desechos generados datan de tiempos muy recientes. En México, las evaluaciones a nivel nacional y regional, bajo la aplicación de diferentes metodologías, han permitido dar a conocer, desde hace apenas alrededor de 20 años, quienes son los principales generadores de residuos peligrosos, su localización y su contribución, reflejando en números la peligrosidad con la que contribuyen (Barajas & Garfias, 1997).

El primer estudio sistemático para estimar la generación de residuos industriales peligrosos en México, fue realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1994, utilizando como base la generación de residuos industriales en Canadá, suponiendo que las industrias mexicanas con el mismo giro y características producirían una cantidad equivalente. De acuerdo con este estudio, en México se generarían alrededor de 8 millones de toneladas anuales de residuos peligrosos. Posteriormente, en 1996, a partir de la información manifestada por cerca de 3,000 empresas, se cuantificó un valor de 2.074 millones de toneladas. En 1999, con 12,514 empresas que manifestaron sus residuos, se estimó la generación de residuos peligrosos en casi 3.2 millones de toneladas. En el año 2000, con la información de 27, 280 empresas, la generación de residuos peligrosos se calculó en 3.7 millones de toneladas, mientras que en 2004 se incrementó a 6.17 millones de toneladas de residuos peligrosos generados por 35,304 empresas que lo manifestaron (SEMARNAT, 2005). Durante el periodo 2004-2011, las 68,733

empresas registradas generaron 1.92 millones de toneladas. En esta última estimación, se excluyeron a los residuos mineros conocidos como jales y a los residuos de perforación, lo que explica la radical reducción en el volumen del periodo comparados con los años anteriores.

México cuenta con un marco legal bien estructurado a nivel federal en cuanto a los residuos sólidos, de manejo especial y residuos peligrosos. Sin embargo, aún no se ha logrado implementar satisfactoriamente una estrategia en la cual se unan esfuerzos nacionales y regionales, con el fin de mejorar el conocimiento del problema, donde se consideren las condiciones socioeconómicas de las empresas y las poblaciones en que se ubican y se comunique a las partes interesadas el manejo adecuado del riesgo asociado a estos residuos.

## 1.3 Justificación

Esta investigación pretende analizar, sintetizar e integrar la legislación ambiental de la normativa actual en México. Este trabajo es particularmente relevante ya que a la mayoría de las empresas se les dificulta el conocimiento de la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos o, en su defecto, no saben cómo acatar la misma debido a que las obligaciones que deben cumplir no se encuentran descritas en un solo documento.

Por otra parte, en esta investigación se describen algunas estrategias de gestión, para prevenir, minimizar o eliminar los residuos desde la concepción, el desarrollo de los procesos industriales y de servicio. También se aportan sugerencias para la mejora de las técnicas ya establecidas y de la misma legislación. La aplicación de estas estrategias podrían representar un beneficio para las empresas, ya que consideran desde la concepción de productos y servicios, hasta terminar su ciclo de vida, se obtendrían mayores utilidades, competitividad en el mercado y permanencia en él, así como una mejor aceptación por parte de los consumidores, lo cual puede atraer el interés de los empresarios en llevarlas a cabo.

Finalmente, esta investigación permitirá al público en general una mayor comprensión sobre el panorama de los residuos peligrosos a nivel mundial y nacional, así como un conocimiento general de la legislación de nuestro país sobre estos residuos, así como una mayor conciencia de los riesgos y daños que trae consigo su manejo, de manera que pueda identificar las fuentes generadoras de su localidad y estimar de una manera objetiva los riesgos a los que está expuesto.

## 1.4 Objetivo

- ✓ Analizar las cifras oficiales así como el desarrollo de la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos en los diferentes niveles de la jerarquía legal, así como su aplicación a los distintos tipos de generadores de residuos peligrosos, particularmente en el Estado de Hidalgo
- ✓ Integrar las disposiciones ambientales sobre residuos peligrosos y presentar los sistemas de gestión ambiental aplicables a las empresas

## 1.5 Metas

Las metas propuestas para lograr el cumplimiento del objetivo general son:

- ✓ Descripción de los antecedentes u orígenes de las normativas nacionales e internacionales sobre residuos peligrosos.
- ✓ Revisión de los fundamentos de la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos en los distintos niveles de la jerarquía legal.
- ✓ Análisis de las fortalezas y debilidades de la implementación de la legislación ambiental en las empresas de generadoras de residuos, tomando como referencia al Estado de Hidalgo.
- ✓ Presentación de algunos de los sistemas de gestión voluntarios y otros esquemas para mejorar la gestión y la prevención de la generación de residuos peligrosos.

## 1.6 Alcance

La síntesis resultante del análisis realizado a la legislación y la descripción de los sistemas de gestión se enfocan en su aplicación a las empresas manufactureras y de servicios que generan residuos peligrosos en México

## **CAPÍTULO 2**

# **DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PANORAMAS NACIONAL E INTERNACIONAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS**

La humanidad establece una gran influencia sobre el equilibrio ecológico. Esta influencia se genera debido a las actividades propias de los individuos y las comunidades, producen un ente que es tan antiguo como la historia misma: la basura, también conocida como desechos sólidos. En periodos anteriores del desarrollo de la humanidad no se produjo tanta basura como la que se ha generado desde el siglo XX, debido posiblemente al desarrollo tecnológico, y al crecimiento de la población; en general, ocasionada por la transformación de la sociedad (Cortinas & Vega, 1992).

Con el comienzo de la revolución industrial, se aceleró el progreso en muchos campos. Los avances de las ciencias médicas, aplicada a la salud pública redujeron la tasa de mortalidad, facilitando un incremento espectacular de la población humana. De modo paralelo, el consumo individual creció de forma acelerada a medida que la producción industrial, la extracción de recursos naturales y la agricultura intensiva proporcionaban un mayor número de bienes de consumo, pero al mismo tiempo se incrementó la generación de residuos. En compañía de estos bienes y de sus residuos, llegaron los constituyentes o sustancias peligrosas, a veces formando parte de estos bienes, que finalmente se convirtieron en residuos peligrosos. La diversidad de residuos y su peligrosidad, hace necesaria una diferenciación entre ellos, por lo que en la siguiente sección se discuten algunas definiciones de residuos y de sus características. Posteriormente, en los apartados subsecuentes se presenta un panorama general de los residuos peligrosos a nivel internacional y nacional.

## 2.1 Definiciones y características de los residuos

Se considera como residuos aquellos materiales, sustancias u objetos sobrantes de cualquier operación, actividad o proceso productivo tanto en sus procesos intermedios de producción o en su consumo final. Estos materiales pueden estar en cualquier estado físico (sólido, líquido o gaseoso) y pueden ser liberados a cualquier medio receptor (agua, suelo, atmósfera). Por tanto, esta definición de residuo no sólo incluye los residuos sólidos, sino también los efluentes líquidos y las emisiones gaseosas.

Los residuos son los materiales sobrantes de cualquier actividad y por tanto, en el caso de los procesos productivos, reflejan unafalla de rendimiento o ineficiencia del proceso y expresan una incapacidad de cerrar los ciclos productivos (Pérez, 2010).

El convenio de Basilea de 1989 denominado “Convenio sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”, define a los desechos por referencia a su uso, en lo que se refiere a sustancias u objetos que son desechados o que van a ser desechados, o que requieren ser desechados según las disposiciones de las leyes nacionales. Bajo esta definición, una sustancia que no va a ser desechada no podría ser definida como residuo. El problema principal con esta definición es que muchas sustancias podrían quedar excluidas de tal definición.

La directiva No.75/442 del Consejo de Europa define como residuo a cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías que se citanen su Anexo I, tales categorías se muestran en la Tabla 2.1y del cual su poseedor se desprenda o del que tenga intención o la obligación de desprenderse(Paredes, s.f.).

Según la propia directiva, quedan excluidos de la norma los siguientesresiduos;

- a) Los efluentes gaseosos emitidos en la atmósfera.

- b) Cuando ya estén cubiertos por otra legislación:
- i. Los residuos radioactivos.
  - ii. Los residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento y del almacenamiento de recursos minerales, así como la explotación de canteras.
  - iii. Los cadáveres de animales y los residuos agrícolas siguientes: materiales fecales y otras sustancias naturales y no peligrosas utilizadas en el marco de la explotación agrícola.
  - iv. Las aguas residuales, con excepción de los residuos en estado líquido.
  - v. Los explosivos no clasificados.

**Tabla 2.1**  
**Listado de Categorías del Anexo I de la Directiva No.75/442 del Consejo de Europa(Paredes, s.f.)**

Apartado	Categoría
I	Residuos de producción o de consumo no especificados a continuación.
II	Productos que no responden a las normas.
III	Productos caducados.
IV	Materias que se hayan vertido por accidente, que se hayan perdido o que hayan sufrido cualquier otro incidente con inclusión del material, del equipo, etc., contaminando a causa del incidente en cuestión.
V	Materias contaminadas o ensuciadas a causa de actividades voluntarias (por ejemplo, residuos de operaciones de limpieza, materiales de embalaje, contenedores etc).
VI	Elementos inutilizables (por ejemplo, baterías fuera de uso, catalizadores gastados etc.
VII	Sustancias que hayan pasado a ser inutilizables (por ejemplo, ácidos contaminados, disolventes contaminados, sales de temple agotadas, etc.)
VIII	Residuos de procesos industriales (por ejemplo escorias, pozos de destilación etc.).
IX	Residuos de procesos anticontaminación (por ejemplo barro de lavado de gas, polvo de filtros de aire, filtros gastados, etc.).
X	Residuos de mecanización/acabado (por ejemplo, virutas de torneado o fresado, etc).
XI	Residuos de extracción y preparación de materias primas (residuos de explotación minera o petrolera, etc.).
XII	Materia contaminada (por ejemplo aceite contaminado con PCB, etc.).
XIII	Toda materia, sustancia o producto cuya utilización esté prohibida por la ley.
XIV	Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo artículos desechados por la agricultura, los hogares, las oficinas, los almacenes, los talleres etc.).
XV	Materias, sustancias o productos contaminados procedentes de actividades de regeneración de terrenos.
XVI	Toda sustancia, materia o producto que no esté incluido en las categorías anteriores.

Por otra parte, otras organizaciones internacionales han presentado sus respectivas definiciones de residuos peligrosos, como a continuación se describen (Tabares & García, 2004):

**Banco Mundial (BM):** “Residuo que debido a sus características requiere una regulación más estricta al igual que las técnicas de control”.

**Organización de las Naciones Unidas (ONU):** “Es aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad, pueden presentar riesgos a la salud pública o causar efectos adversos al ambiente. No incluye a los residuos radioactivos”.

**Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE):** “Se refiere a cualquier desecho, excepto radiactivos, considerado como peligroso o definido legalmente como peligroso en el país donde está ubicado o a través del cual es transportado, debido al riesgo potencial al ser humano o al ambiente que puede resultar de un accidente o de un transporte o disposición inadecuados.”

**Comunidad Económica Europea (CEE):** “Residuos tóxicos peligrosos se refiere a desechos con contenido o contaminado por sustancias o materiales con propiedades peligrosos, en cantidad o concentraciones que puedan constituir un riesgo a la salud o al ambiente”.

**Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA):** Cualquier desecho, o combinación de desechos, que a causa de sus cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas puedan: Causar o contribuir significativamente a un incremento en la mortalidad, o a un incremento en enfermedades serias irreversibles o, presentar un potencial peligro para la salud humana o el ambiente cuando son impropriamente tratados, almacenados, transportados, o desechados.

En lo que concierne a la definición de residuos peligrosos en México, en 1988, cuando se inició la regulación de los residuos con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la definición de residuo cubrió prácticamente a todos los materiales generados en los distintos

ámbitos productivos, procesos de tratamiento o actividades de consumo, a condición de que la calidad de dichos materiales impidiera su empleo en los mismos procesos en los que se generaron (Cortinas, 2006). Esto significa que, aunque dichos materiales pudieran reutilizarse o reciclarse en otros procesos se les seguiría considerando como residuos para fines de aplicación de la legislación o aprovechamiento.

Posteriormente, al promulgarse en 2003 la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), se introduce una concepción distinta al considerar como residuo no solo a los materiales, sino que precisa que también a los productos, siempre y cuando sean desechados por quienes son propietarios o poseedores. Esto implica que no se desechan y se valorizan (reutilizan, reciclan o co-procesan para obtener energía o aprovecharlos de otra manera). Serán considerados como insumos o subproductos cuyo destino esté documentado en un plan de manejo, lo que permite asegurar que éste sea ambientalmente adecuado, atendiendo al carácter preventivo de la legislación tendiendo a impulsar la minimización y valorización de los materiales contenidos en los residuos con un enfoque del ciclo de vida integral. Por desechar se entenderá que los residuos peligrosos no son susceptibles de aprovechamiento y que deben manejarse bajo el esquema tradicional de regulación (Cortinas, 2006).

Una diferencia adicional entre las dos legislaciones es la que deriva de la precisión en la LGPGIR del estado físico de los materiales o productos que pueden ser considerados como residuos y que incluyen a aquellos que son sólidos o semisólidos, así como a los que son líquidos o gases contenidos en algún tipo de dispositivo (recipiente) o de instalación (depósito), para diferenciarlos de los efluentes que se descargan a cuerpos de agua receptores o de los gases que se fugan o emiten por chimeneas. En la Tabla 2.2 se muestran las correspondientes definiciones de residuo, material y producto de la LGEEPA y la LGPGIR. Adicionalmente, la LGPGIR, distingue los residuos de acuerdo a su estado físico, propiedades y características inherentes, descritos en la Tabla 2.3,

finalmente en la Tabla 2.4 se comparan también las definiciones de residuos y materiales peligrosos especificadas en la LGEEPA y la LGPGIR.

**Tabla 2.2**  
**Definiciones de Residuo, Material y Producto**(Cortinas, 2006)

LGEEPA	LGPGIR	
<p><b>Residuo:</b> Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.</p>	<p><b>Residuo:</b> Material o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final, conforme a lo dispuesto en la LGPGIR y demás ordenamientos que de ella deriven.</p>	<p><b>Material:</b> Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan.</p> <p><b>Producto:</b> Bien que genera los procesos productivos a partir de la utilización de materiales primarios o secundarios. Para los fines de los planes de manejo, un producto envasado comprende sus ingredientes o componentes y su envase.</p>

**Tabla 2.3**  
**Clasificación de Residuos** (SEMARNAT, 2012)

Residuos sólidos urbanos	Residuos de manejo especial	Residuos peligrosos
<p>Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que generen residuos con características domiciliarias, los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la LGPIR como residuos de otra índole.</p>	<p>Son los que se generan en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>Son aquellos que posean algunas de las características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable o que contenga agentes infecciosos que les confieran peligrosidad), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan estado en contacto con dichos residuos, así mismo se consideran Residuos Peligrosos (RP) a los suelos contaminados con éstos, cuando son transferidos a otros sitios, de conformidad con lo que se establece en la LGPIR.</p>

**Tabla 2.4**  
**Definiciones de Material y Residuos Peligrosos**(Cortinas, 2006)

LGEEPA		LGPGIR
<p><b>Material PPeligroso:</b>                      Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB).</p>	<p><b>Residuos peligrosos:</b>                      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.</p>	<p><b>Residuos Peligrosos:</b> Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.</p>

Tanto en la definición de residuo peligroso de la LGEEPA como en la LGPGIR, se hace mención de que las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB) confieren la peligrosidad a los residuos de modo que son la base de su clasificación, como se describe en la sección 2.3. Es importante poner atención en cada una de las características CRETIB, ya que involucra la forma de etiquetar o marcar, envasar, almacenar, tratar o disponer finalmente de los residuos que las poseen. Por ejemplo, un residuo corrosivo implicase envasado en recipientes resistentes a la corrosión y condiciones de manejo que prevengan el contacto directo con los seres vivos o con materiales susceptibles de corrosión. Por otra parte, un residuo explosivo o inflamable requiere que se tomen precauciones necesarias para evitar que se reúnan condiciones como la presión, temperatura o su reacción de tal manera que puedan explotar o se incendien, al igual que es importante que cuenten con los recursos para combatir este tipo de eventos. Un residuo reactivo es particularmente riesgoso, en la medida que se mezclen con agua o con otro material o residuo incompatible a estos residuos, puede provocar explosiones, incendios o nubes venenosas. Por esta razón en la LGPGIR se incluyó la siguiente definición respecto de los residuos incompatibles: Residuos incompatibles son

aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos. En la siguiente sección se evidencian ejemplos de las graves consecuencias que han tenido los malos manejos de los residuos peligrosos en el mundo y el surgimiento de convenios internacionales que los regulen.

## **2.2 Panorama Internacional de los Residuos Peligrosos**

La preocupación por los riesgos a la salud y al medio ambiente derivados del manejo inadecuado de los residuos tóxicos adquirió niveles internacionales al difundirse casos de intoxicación severa provocados por el vertimiento de desechos industriales.

Aun cuando no se cuenta con inventarios precisos al respecto, se calcula que en el mundo se generan anualmente alrededor de 350 a 400 millones de toneladas de residuos peligrosos. Una gran parte de estos residuos proviene de industrias que contribuyen de manera importante a la economía. Están las industrias metalúrgicas del hierro y del acero o de metales no ferrosos y la industria química. Se adicionan otras fuentes, como las actividades agrícolas (estas son generadoras de residuos como los plaguicidas), las industria extractivas (mineras y petroleras) y las de servicios (talleres automotrices, estos desechan aceites gastados) (Cortinas, 1988).

Es importante señalar que en el mercado existen más de 100,000 sustancias, y sólo de un número reducido de ellas se cuenta con información acerca de sus propiedades físico-químicas, su toxicidad y biodegradabilidad, aspectos que definen su peligrosidad para la salud humana y el ambiente.

Las acciones de la disposición inadecuada de los residuos peligrosos para la salud pública y su bienestar, así como para el ambiente, han sobresalido evidenciadas por sucesos que dejaron ver que es más costoso remediar que prevenir. Un ejemplo de ellos es el caso de intoxicación por mercurio y cadmio en

Japón, grupos de personas que ingirieron alimentos contaminados con residuos industriales y mineros sufrieron graves problemas de salud que llevaron a algunos a la muerte (Tabla 2.5).

**Tabla 2.5**  
**Exposición de Poblaciones Humanas a Metales por la Disposición Inadecuada de Residuos Industriales**(OrtizMonasterio *et al.*, 1987)

Año	Lugar	Causa	Metal	Consecuencias
1953	Japón	Descargas de Hg en la Bahía de Minamata.	Metilmercurio	En 83 adultos y 40 recién nacidos de la población que ingirió pescado contaminado se desarrolló una intoxicación crónica que afectó principalmente su sistema nervioso central.
1960	Japón	Descargas de cadmio, plomo y cinc en un río cercano	Cadmio	La población que utilizaba el agua para bebida e irrigación desarrolló una intoxicación crónica por Cd (enfermedad de Itai-Itai)

También dejan huella los impactos económicos que ocasionó al evaluación e indemnización de residentes de dos comunidades asentadas en áreas en las que se construyeron y abandonaron entierros de residuos químicos industriales. En Love Canal, Nueva York, Estados Unidos, el presupuesto asignado por el gobierno para la limpieza del lugar ascendió aproximadamente a 500 millones de dólares; mientras que en Lekkerkerk, Países Bajos, se estima que se gastaron cerca de 70 millones de dólares para limpiar el sitio afectado. En la Tabla 2.6 se muestran estos y otros ejemplos de poblaciones expuestas a sitios de confinamiento no controlado de residuos industriales.

Dichos sucesos fueron ampliamente difundidos por los medios de comunicación y, junto con los accidentes químicos en Seveso, Italia, y Bophal, India, contribuyeron a desarrollar una actitud negativa por parte de las comunidades hacia el establecimiento y operación de instalaciones peligrosas en sus localidades (Tabla 2.7). Esta posición, ya conocida como el síndrome de "no en mi patio trasero" (Nimby, "*Not in my backyard*") ha tenido su equivalente en la actitud de

funcionarios públicos temerosos de las repercusiones de sus decisiones, quienes se niegan a firmar autorizaciones para construir u operar tales instalaciones o plantas para el tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

**Tabla 2.6**  
**Ejemplos de Exposición de Poblaciones a Confinamientos No Controlados de Residuos Industriales**(OrtizMonasterioet *al.*, 1987)

Periodo de operación	Sitio	Residuos	Año del estudio	Hallazgos en la población expuesta
1920-1953	Love Canal, New York, E.U.	Compuestos Orgánicos	1978	Bajo peso al nacer y menor desarrollo físico
1940-1977	New Bedford, Massachusetts, E.U.	Bifenilospoli-cloradosBPC's	1983	Niveles sanguíneos de BPC's
1947-1971	Triana, Alabama, E.U.	Plaguicidas	1983	Hipertensión arterial
1964-1972	Hardeman County, Tennessee, E.U.	Tetracloruro de carbono, Hexacloro, Pentadieno, Hexacloro, Heptadieno	1978	Lesiones Hepáticas transitorias
1970-1976	Lekkerkerk, Países Bajos	Solventes orgánicos, metales	1980	Niveles sanguíneos de hidrocarburos aromáticos

**Tabla 2.7**  
**Los Accidentes Químicos más Publicitados**(OrtizMonasterio, 1987)

Año	Lugar	Sustancias involucradas	Consecuencias
1977	Seveso, Italia	Dioxinas	193 personas con efectos adversos en la piel (cloroacné). 733 personas evacuadas. 100 000 animales muertos.
1984	Bophal, India	Isocianato de metilo	2 000 muertes; 10 000 personas con efectos agudos; 100 000 personas afectadas en su bienestar.
1986	Basilea, Suiza	Plaguicidas, mercurio	Contaminación del río Rhin

Estas actitudes antes descritas no sólo están consideradas como contrarias al desarrollo de las economías de las nacionales, sino que además son peligrosas, en la medida en que impiden establecer la infraestructura necesaria para dar un manejo ambientalmente seguro a los residuos y conducen a una disposición final inadecuada de éstos, lo que incrementa los riesgos.

Se ha respondido a este problema con la elaboración y desarrollo de legislaciones y estrategias que permitan dar acceso a la información a las comunidades, en forma tal que éstas puedan establecer juicios fundamentados y tomar parte en la planeación sobre el sitio de asentamiento de las instalaciones de tratamiento de residuos, así como estar al tanto de las medidas de seguridad y emergencia implantadas en dichas instalaciones. En el caso del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), este ha dado un tratamiento especial a las sustancias químicas y a los residuos peligrosos. En este marco se señalan tres acuerdos multilaterales actualmente en vigor, que plantean medidas globales para proteger la salud humana y el medio ambiente considerando algunos de los aspectos del ciclo de vida de estos productos químicos y residuos.

Estos acuerdos son el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación, el Convenio de Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto del comercio internacional y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, descritos a continuación (Martínez *et al.*, 2005).

El **Convenio de Basilea** sobre el control de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación fue firmado en Basilea, Suiza en 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992, pasando a ser un compromiso internacional de los países que lo ratificaron. El mismo se ha convertido en el acuerdo multilateral sobre residuos más importante, estableciendo un régimen normativo global para la

minimización de la generación, el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y el control de sus movimientos transfronterizos.

El principal objetivo de este convenio es lograr un manejo de ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y otros residuos. Esto significa proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que puedan derivar de la generación, transporte y manejo de residuos peligrosos y otros residuos. Para ellos se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Reducir al mínimo la generación de residuos tanto en cantidad como en peligrosidad, teniendo en cuenta aspectos sociales, técnicos y económicos.
- ✓ Tratar y eliminar los residuos peligrosos y otros residuos lo más cerca posible de la fuente de su generación.
- ✓ Asegurar instalaciones adecuadas de eliminación, cualquiera sea el lugar donde se efectúe.
- ✓ Velar por las personas que participan en el manejo de los residuos y que se adopten las medidas necesarias para impedir que ese manejo de lugar a contaminación.
- ✓ Reducir los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y otros residuos a un mínimo compatible con su manejo ambientalmente adecuado y eficiente.
- ✓ Controlar los movimientos transfronterizos de residuos peligroso, monitorear y prevenir el tráfico ilícito.

El alcance de este convenio es amplio y contiene listas que permiten a los países clasificar los residuos con base en base características de peligrosidad, incluyendo además listas específicas de los residuos que caen en su ámbito de aplicación. El convenio también prevé y permite que cada país parte elabora su propia lista de residuos peligrosos, la notifique a la secretaría del Covenio y esta comunique a las partes. Una vez realizada dicha comunicación los países parte deben regirse por las listas de los países involucrados en el movimiento transfronterizo para hacer las notificaciones que correspondan. Hasta agosto de 2005, la cantidad de países partes de este convenio ascendía a 166. Con el propósito de facilitar su aplicación,

se han desarrollado y difundido a través de la página electrónica: [www.basel.int](http://www.basel.int), diversas guías técnicas para orientar el manejo de diferentes corrientes de desechos peligrosos y no peligrosos.

El **Convenio de Estocolmo** entró en vigor en mayo de 2004, considerándose un logro muy importante dado que su meta es reducir y con el tiempo eliminar totalmente 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP o POP, en su sigla en inglés) particularmente tóxicos, nueve de estos son plaguicidas, dos son productos químicos de uso industrial y los otros dos constituyen dos familias de productos químicos generados sin intención, es decir que no tienen utilidad comercial pero se producen en procesos de combustión y en algunos procesos industriales, como se muestra en la siguiente Tabla 2.8.

**Tabla 2.8**  
**Compuestos Orgánicos Persistentes Señalados en el Convenio de Estocolmo**(Martínez et al., 2005)

<b>Plaguicidas organoclorados</b>	Aldrin, Dieldrin, Clordano, Endrin, Heptacloro, Hexaclorobenceno, Mirex, Toxafeno, DDT.
<b>Productos químicos de uso industrial</b>	Bifenilospoliclorados (PCB), Hexaclorobenceno.
<b>Producción no intencional</b> <b>Productos químicos que se forman o se liberan en forma no intencional a partir de procesos térmicos.</b>	Dioxinas y Furanos, bifenilospoliclorados (PCB).

Estos contaminantes orgánicos persistentes son parte de un grupo de sustancias o familias de sustancias dentro del gran conjunto de sustancias orgánicas, que presentan en forma contaminada características de toxicidad, persistencia, bioacumulación y capacidad de transportarse a largas distancias desde se emitieron o utilizaron.

Este convenio establece la adopción de medidas para:

- ✓ La prohibición de producción y uso, así como importación y exportación, salvo exenciones establecidas.

- ✓ Le reducción o eliminación de las liberaciones derivadas de la producción no intencional.
- ✓ La reducción o eliminación de las liberaciones derivadas de las existencias y residuos.

En lo referente a existencias de productos y residuos que contengan o estén contaminados con contaminantes orgánicos persistentes (COP), también este convenio establece que (Martínez *et al.*, 2005):

1. Con el fin de garantizar que las existencias y residuos se gestionen de una manera que proteja la salud humana y el medio ambiente, los países parte deberán:
  - ✓ Elaborar estrategias para determinar las existencias de productos y residuos.
  - ✓ Adoptar medidas adecuadas para que los residuos (incluidos los productos cuando se conviertan en residuos):
    - \* Se gestionen, recolecten, transporten y almacenen de manera ambientalmente adecuada.
    - \* Se eliminen de un modo tal que el contenido COP se destruya o transforme en forma irreversible de manera de presentar características COP, o de no ser así se eliminen en forma ambientalmente adecuada cuando lo anterior no sea una opción preferible desde el punto de vista ambiental, o cuando el contenidos del COP sea bajo.
    - \* No se autorice las operaciones de eliminación que puedan dar lugar a la recuperación, reciclado, regeneración, reutilización directa o usos alternativos.
    - \* Se realicen las exportaciones de acuerdo a la normatividad internacional.
2. La conferencia de las partes cooperará estrechamente con el Convenio de Basilea para fijar niveles de destrucción y transformación irreversibles y determinar los métodos de eliminación ambientalmente racional.

Dentro de las actividades que están desarrollando muchos países en el marco del Convenio de Estocolmo se destacan los proyectos para la preparación de los Planes Nacionales de Implementación (NIP). Estos planes tienen como objetivo dar cumplimiento a las obligaciones emanadas del convenio, en particular mejorar la gestión de las sustancias y productos químicos a través de la prevención y control en todo el ciclo de vida.

El **Convenio de Róterdam**, fue aprobado el 11 de septiembre de 1998, fecha en la que México lo suscribió. El 24 de febrero de 2004 el Convenio entró en vigor. México depositó el instrumento de adhesión el 4 de mayo de 2005 ante la Secretaría General de la ONU, y es parte del mismo a partir del 2 de agosto de 2005. Tiene como objetivo promover la responsabilidad compartida entre los países exportadores e importadores para el manejo de los productos químicos que generan riesgos y de esa manera proteger la salud humana y el medio ambiente. Procura facilitar especialmente el intercambio de información precisa sobre las características de los químicos, además de las notificaciones de los exportadores a los importadores durante el comercio y la difusión de las medidas regulatorias adoptadas por los países respecto a los productos.

Actualmente incluyen 24 productos químicos de uso plaguicida, 6 formulaciones de plaguicidas severamente peligrosos y 11 productos de uso industrial y se prevé que esta lista se expanda.

Estos tres convenios tienen puntos comunes y se superponen en algunos aspectos de su alcance y en los productos químicos y residuos que constituyen las listas de cada uno. Particularmente el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo están vinculados en varios aspectos. En primera instancia, las sustancias químicas y sus residuos, incluidos en el Convenio de Estocolmo, están contemplados en el de Basilea desde la perspectiva de residuos. Sin embargo, como estos convenios se refieren a ciertas etapas del ciclo de vida de los productos, se producen intersecciones en sus alcances, por lo que los países

utilizan herramientas derivadas de ambos instrumentos al momento de manejar dichos residuos.

Los tres convenios nombrados reflejan la preocupación de la comunidad internacional para abordar y minimizar/evitar los riesgos que la disposición inapropiada de los productos químicos y residuos peligrosos pueden ocasionar. Sin embargo, a pesar de que actualmente los tres convenios cuentan con un creciente número de países partes, comprometidos en cumplir con los objetivos de cada uno de ellos y conscientes tanto del problema como de las medidas a tomar, muchos no cuentan con la infraestructura, la capacidad o los recursos necesarios para poder abordar en forma integral el manejo de las sustancias y residuos peligrosos. Cada uno de estos convenios presenta desafíos y da oportunidades de avanzar, pero en muchas ocasiones parten de herramientas muy básicas que simplemente se reducen a una sensibilización inicial. En otros casos abren las puertas a diálogos locales, nacionales y regionales, sobre propuesta coordinadas para resolver situaciones y, finalmente, a normativas que regulen los distintos aspectos de protección de la salud humana y del medio ambiente (Martínez *et al.*, 2005). En la siguiente sección se resume la evolución de la detección de los residuos peligrosos en México y posteriormente, la evolución de la legislación relativa a estos residuos.

## **2.3 Panorama de los Residuos Peligrosos en México**

Durante décadas de desarrollo industrial se han acumulado pasivos muy importantes que se manifiestan en sitios y áreas en donde se han depositado residuos peligrosos sin ningún tipo de control. No obstante la falta de información precisa sobre los sitios afectados, es posible integrar un balance o inventario preliminar al respecto, tomando en cuenta criterios de vulnerabilidad o riesgo por razones de exposición de la población, afectación a ecosistemas sensibles y daño probable a acuíferos importantes para zonas urbanas. Para ello, se han definido

tres grandes tipologías de sitios con alta concentración de residuos peligrosos acumulados, sin los sistemas de control necesarios (INECC, 2007):

- a) Sitios identificados de disposición inadecuada de residuos peligrosos.
- b) Áreas e instalaciones industriales potencialmente contaminadas por pasivos ambientales derivados de la acumulación inapropiada de residuos peligrosos.
- c) Rellenos sanitarios o tiraderos de residuos sólidos urbanos o municipales, ubicados en zonas de vulnerabilidad geohidrológica y, donde probable y presumiblemente se depositan o han depositado residuos peligrosos sin ningún tipo de control adecuado.

En la Tabla 2.9, se muestran algunos sitios identificados de disposición inadecuada de residuos.

El primer estudio sistemático para estimar la generación de residuos industriales peligrosos en México, fue realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1994. Ante la falta de información sobre la cantidad de residuos generados por las industrias mexicanas, el estudio utilizó como base la generación de residuos industriales en Canadá, suponiendo que las industrias mexicanas con el mismo giro y características producirían una cantidad equivalente. De acuerdo con este estudio, en México se generarían alrededor de 8 millones de toneladas anuales de residuos peligrosos. Otra estimación del INE, realizada en 1996, a partir de la información manifestada por cerca de 3 mil empresas, dio un valor considerablemente menor al anterior, situando la cifra en 2 mil 74 millones de toneladas.

Entre 1994 y 1996, mediante actividades de inspección, se encontraron seis casos de disposición clandestina de residuos industriales peligrosos, los cuales se muestran en la Tabla 2.10 (INECC, 2007).

**Tabla 2.9**  
**Relación de Sitios Afectados por Disposición Inadecuada de Residuos Peligrosos (INECC, 2007)**

Ubicación		Tipo de contaminantes
Municipio o Delegación	Estado	
Azcapotzalco	Distrito Federal	Hidrocarburos, metales pesados y BPC's
Tijuana	Baja California	Plomo (Pb)
Saltillo	Coahuila	Diesel
Ecatepec	México	Solventes
Tultitlán	México	Ácidofosfórico, hexametafosfato, tripolifosfato, carbonato de sodio
San Francisco del Rincón	Guanajuato	Cromo (Cr)
Salamanca	Guanajuato	Agroquímicos y azufre contaminado con agroquímico
Tula	Hidalgo	Catalizadores gastados (metales pesados)
Guadalajara	Jalisco	Hidrocarburos
Santa Catarina	Nuevo León	Combustóleo
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Plomo (Pb) y arsénico (As)
Coatzacoalcos	Veracruz	Plomo (Pb)
Coatzacoalcos	Veracruz	Azufre líquido, aceites, solventes y lodos con cromo
Tultitlán	México	Cromo (Cr)
Miguel Hidalgo	Distrito Federal	Hidrocarburos totales del petróleo, solventes y metales pesados
Ecatepec	México	Hidrocarburos totales del petróleo y metales pesados
Coatzacoalcos	Veracruz	Fosfoyeso
Progreso	Yucatán	Gasolina y diésel
Cumobabi	Sonora	Plomo y cadmio
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Plomo
Monterrey	Nuevo León	Plomo

En cuanto a la generación de los residuos sólidos urbanos, en los que también es posible encontrar residuos peligrosos de origen doméstico e industrial, su volumen pasó de 3 millones de toneladas, en la década de los cincuenta, a 40.1 millones de toneladas en 2011.

Los peligros tradicionales asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos siguen siendo un problema de salud pública. Ejemplos de ello, se muestra en la Tabla 2.11, que muestra un comparativo de los peligros tradicionales con los nuevos peligros para la salud (SEMARNAT, 2008).

**Tabla 2.10**  
**Sitios Afectados por Residuos Peligrosos de Manera Clandestina (INNE, 2007)**

<b>Sitio y tipo de residuo depositado</b>	<b>Cantidad de residuos removidos y enviados confinamiento</b>
A lo largo de la carretera Pachuca-Hidalgo y principalmente en el km. 30, se encontraron escorias con alto contenido de plomo provenientes de la fundición de baterías automotrices.	19,000 toneladas
En el municipio de Chimalhuacán, Estado de México, se encontraron residuos con asbesto.	672 toneladas
En el municipio de Huixquilucan, Estado de México, se encontraron diversos residuos de origen farmoquímico.	13 toneladas
En un banco de tezontle ubicado en el municipio de Atotonilco, en el Estado de Hidalgo, se encontraron escorias con alto contenido de plomo provenientes de la fundición de baterías automotrices.	474 toneladas
En el municipio de Acolman, Estado de México, se encontraron residuos provenientes de la fabricación de pinturas (principalmente solventes sucios) y lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales en 16 ladrilleras.	9,639 toneladas
Se encontró una bodega de plaguicidas caducos e inadecuadamente almacenados en la Delegación de Iztapalapa.	111 toneladas
<b>TOTAL</b>	29,909 toneladas

**Tabla 2.11**  
**Comparativo de los Peligros Tradicionales con los Nuevos Peligros (SEMARNAT, 2008)**

<b>Peligros Tradicionales</b>	<b>Nuevos Peligros</b>
Enfermedades de transmisión por vectores (como el dengue cuyo mosquito transmisor se reproduce en envases vacíos, llantas usadas y otros recipientes desechados en la intemperie y que se llenan de agua). Agua contaminada con coliformes fecales y pobre saneamiento básico. Peligros de daño en la agricultura (incluidos los derivados de quema de residuos agrícolas).	Contaminación ambiental por residuos sólidos y peligrosos (incluida la derivada de la liberación de metano producido por la biodigestión de residuos orgánicos que contribuyen al cambio climático, del incendio de basureros o de la incineración inadecuada de residuos que liberan dioxinas y furanos que son contaminantes orgánicos persistentes). Uso de agroquímicos y otras sustancias tóxicas o peligrosas (que al desecharse se convierten en residuos peligrosos al igual que sus envases vacíos).

Por otra parte, el establecimiento y aplicación de la normativa ha permitido que paulatinamente mejore el registro de los residuos generados. En 1999, con 12,514 empresas que manifestaron sus residuos, se estimó la generación de residuos peligrosos en casi 3.2 millones de toneladas. En el año 2000, con la información de 27,280 empresas, la generación de residuos peligrosos se calculó en 3.7 millones de toneladas, mientras que en 2004 esta cifra subió a 6.17 millones de toneladas de residuos peligrosos generados por 35,304 empresas que lo manifestaron (SEMARNAT, 2005). Este valor, que es una subestimación dado que no se contabilizó la generación de un gran número de micro, pequeñas y medianas empresas, potencialmente generadoras de residuos peligrosos, aunque se considera razonablemente cercano al real, ya que incluye a las principales industrias generadoras del país. Durante el periodo 2004-2011, las 68,733 empresas registradas generaron 1.92 millones de toneladas.

En la Tabla 2.12 puede observarse el aumento en las empresas registradas.

**Tabla 2.12**

**Volumen de Generación Anual de Residuos en México (SEMARNAT, 2005)**

<b>Año</b>	<b>Generación estimada (millones de toneladas)</b>	<b>Bases de información</b>
1996	2.1	3, 000 empresas
1999	3.2	12, 514 empresas
2000	3.7	27, 280 empresas
2004	6.2	35, 304 empresas
2004-2011	1.92	68, 733 empresas

La información registrada para el periodo 2004-2011, no se debe considerarse como el volumen total de residuos peligrosos generados en el país, las diferencias entre las cifras anteriores se deben principalmente a:

- 1) El número de empresas y delegaciones que se usaron para calcular el volumen generado.
- 2) La depuración del padrón y la revisión de los reportes de generación de las delegaciones que permitieron eliminar las duplicidades en las empresas, así

como a los errores de estimación de generación de los residuos peligrosos por parte de los generadores.

- 3) La modificación de la NOM-052-SEMARNAT-1993 (actualmente NOM-052-SEMARNAT-2005) que establece las características de los residuos para ser considerados peligrosos, y de la cual se eliminaron los jales mineros y los recortes de perforación de la industria petrolera, los cuales constituían una importante fracción del total de residuos peligrosos generados y reportados en estimaciones anteriores.

Al considerar exclusivamente las cifras de las empresas que manifestaron generar este tipo de desechos en el año 2000, las entidades que más residuos produjeron fueron Guanajuato y el Distrito Federal que, en conjunto, declararon casi la mitad del total nacional (cerca de 1,150,000 y 625,000 toneladas por año, respectivamente). En contraste, los estados de Baja California Sur y Quintana Roo, no sobrepasaron las 160 toneladas por año. Se infiere que estas diferencias se deben principalmente a la actividad industrial y también, en el caso del D.F., al volumen de población.

Por tipo de empresas, las fuentes generadoras más importantes de residuos peligrosos en el país son los sectores manufacturero y minero. En 1996, la industria manufacturera generó 77% de los residuos peligrosos, mientras que el sector minero y petrolero fue responsable de la generación del 11%. Los tipos de residuos generados son muy diversos, estimándose que la mayor parte corresponde a sólidos generados a partir de las industrias textil, papelera, del asbesto, autopartes y otras. A estos le siguen los líquidos residuales de proceso, aceites gastados, escorias y disolventes.

De acuerdo con la PROFEPA, en el año 2003, operaban en México aproximadamente 26,000 establecimientos industriales y de servicios que generaban residuos peligrosos, dentro de los cuales destacaban las industrias

química y automotriz y empresas de servicios en materia de residuos peligrosos (SEMARNAT&PROFEPA,2004).

En comparación con los residuos peligrosos industriales, los residuos biológico-infecciosos representan sólo 1.9% del total de residuos peligrosos generados. Entre este tipo de residuos se encuentran la sangre, cultivos y cepas, los patológicos, materiales y objetos punzocortantes que contengan residuos de las muestras biológico-infecciosas con las que estuvieron en contacto. Dado que este tipo de residuos se genera principalmente en hospitales y clínicas (incluidas las veterinarias), una aproximación al volumen total producido se obtiene a partir de la generación promedio de estos residuos por cama en instituciones hospitalarias. De acuerdo con esto, para todo el país se estima una generación total de alrededor de 69,000 toneladas anuales.

Adicionalmente a la cuantificación de residuos peligrosos por sector industrial, la LGPGIR también establece la siguiente clasificación de las unidades que desechan residuos peligrosos de acuerdo al volumen que generan (SEMARNAT, 2007):

**Gran Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad.

**Pequeño Generador:** Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

**Microgenerador:** Establecimiento industrial, comercial o de servicio que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otro unidad de medida.

En relación con los Microgeneradores, es preciso tener en cuenta que también se generan residuos peligrosos en los hogares (es decir, a nivel domiciliario como lo

cita la Ley) en cantidades iguales o menores a 400kilogramos anuales. Sin embargo, existen grandes diferencias entre los residuos peligrosos generados en establecimientos industriales, comerciales y de servicio (que suelen tener una composición más constante), que los que se desechan en las casas habitación en función de su consumo inconstante y variable de materiales o productos que contienen sustancias peligrosas.

La clasificación de generadores de residuos es independiente del tamaño de la empresa, por lo que puede haber grandes empresas que no sean generadoras de residuos y puede haber micro, pequeñas y medianas empresas que por la naturaleza de sus procesos, puedan ser incluso grandes generadores. Este tipo de empresas es muy importante para México pues constituyen el 99.9% de la economía, generan el 79.6% del empleo y aportan el 52% del Producto Interno Bruto (PIB). La Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana empresa publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de diciembre de 2002, y siendo el 18 de enero del 2012 su última reformada, las micro, pequeñas y medianas empresas con base a la estratificación establecida por la Secretaría de Economía, de común acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público establece que el tamaño de las empresas se puede determinar de acuerdo con la siguiente Tabla (SHCP, 2002):

**Tabla 2.13**  
**Estratificación de las Empresas (SHCP, 2002)**

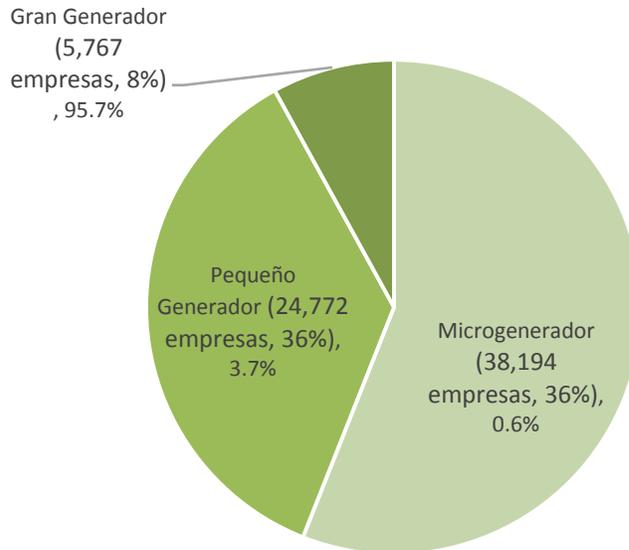
<b>Sector/Tamaño</b>	<b>Industria</b>	<b>Comercio</b>	<b>Servicios</b>
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100

Incluye productores agrícolas, ganaderos, forestales, pescadores, acuicultores, mineros, artesanos y de bienes culturales, así como prestadores de servicios turísticos y culturales.

Por ello, la gestión de los residuos peligrosos debe ser diferenciada acorde a los tipos, volúmenes y condiciones en los que se generan y tener presente que la cantidad fijada como umbral para distinguir las tres categorías de generadores de residuos está expresada en los siguientes términos: “en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida”. Esto significa que para determinar a qué categoría pertenece un generador, tiene que sumar la cantidad total de residuos peligrosos que genera y hacer las conversiones necesarias en toneladas (Artículo 42 del reglamento de la LGPGIR).

Las industrias generadoras de residuos peligrosos que mayores volúmenes generaron entre 2004 y 2011 fueron la química (201,782 toneladas; 10.5% del total de residuos peligrosos generados), metalúrgica (186,393 toneladas; 9.7%), automotriz (170,194 toneladas; 8.9%), servicios mercantiles (111, 907 toneladas, 5.8%) y la de equipos y artículos electrónicos (85,283 toneladas; 4.4%) (SEMARNAT,2005).

Si se examina la generación en función de la categoría del generador (micro, pequeño y gran generador) y sector de actividad, para el período 2004-2011, los 38,194 microgeneradores (56% del total de generadores) produjeron 10,948 toneladas (apenas el 0.6% del volumen total del reportado para el periodo); los pequeños generadores (24,772 empresas, 36%) reportaron una generación de 71,215 toneladas (3.7%) y los grandes generadores (5,767 empresas, 8%), produjeron 1,838,346 toneladas, que equivalen al 95.7% del total, 1,920,509 toneladas como se muestra en la Figura 2.1 (SEMARNAT, 2012).



**Figura 2.1**

**Porcentaje de Generación de Residuos Peligrosos Según la Categoría de Generador, en el Periodo 2004-2011 (SEMARNAT, 2012)**

Por tipo de residuos, entre 2004 y 2011, las mayores fracciones de generación correspondieron a los residuos en estado sólido, que incluyeron residuos de mantenimiento automotriz, asbesto, telas, pieles y metales pesados, entre otros (889,715 toneladas, esto es, 46.2% del total generado), seguidos por los aceites gastados (410,532; 21.4%), lodos (156,025; 8.1%), biológico-infecciosos (145,410; 7.6%) y solventes (65,470; 3.4%). Los residuos peligrosos que menos se generaron fueron las breas (571.5 toneladas; 0.03% del total generado), sustancias corrosivas (19,866 toneladas; 1%) y las escorias (28,086 toneladas; 1.5%). Estos datos se grafican en la Figura 2.2 (SEMARNAT, 2012) y en la Tabla 2.14, se muestran los residuos peligrosos más comunes en la república por su composición química.



**Figura 2.2**

**Generación de Residuos Peligrosos Reportada al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, por Tipo, 2004-2011 (SEMARNAT, 2012)**

**Tabla 2.14**

**Residuos Peligrosos Comunes en la República Mexicana (LGPGIR, 2003)**

**\*Productos Orgánicos Halogenados**

Percloroetileno, tricloroetileno, cloruro de etileno, tetracloruro de carbono, solventes y BPC's.

**\*Solventes No Halogenados**

Metil-etil cetona, tolueno, xileno, metanol y etanol.

**\*Aceites**

Lubricantes hidráulicos, de transformadores, mineral en general.

**\*Ácidos/Bases**

Clorhídrico, sulfúrico, nítrico y crómico.

Baños de decapado, amina, pirina y soluciones corrosivas usadas.

**\*Soluciones Metálicas**

**\*Soluciones con Cianuro**

### **2.3.1 Infraestructura para el Manejo de Residuos Peligrosos**

Los residuos peligrosos pueden manejarse y/o disponerse de manera segura de distintas formas:

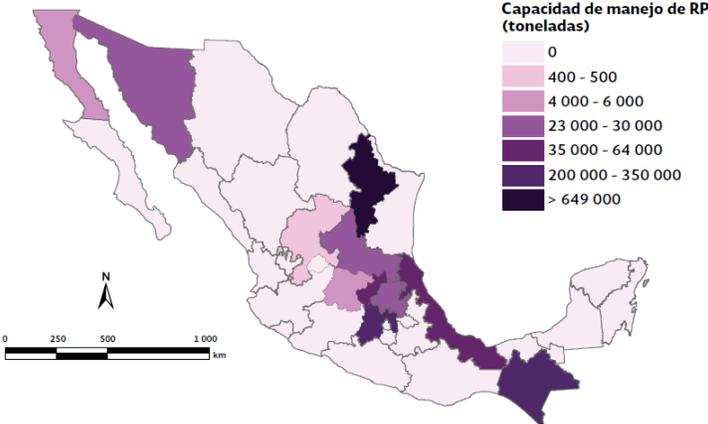
- a) Por reciclaje y reuso previo a su tratamiento y disposición final.
- b) Por medio del tratamiento que reduce su peligrosidad.
- c) Por su incineración bajo condiciones controladas.
- d) Por su confinamiento en sitios adecuados para ello.

Para llevar a cabo estos procesos, los residuos deben transportarse previamente y de manera segura desde sus sitios de origen hasta las instalaciones donde serán manejados o dispuestos para su confinamiento. Entre la recolección de los residuos peligrosos y su tratamiento o disposición final puede requerirse el llamado almacenamiento temporal o acopio de residuos, en el cual permanecen almacenados un tiempo en espera de ser llevados a su siguiente fase de manejo, conforme al tiempo que marca la LGPGIR. En el 2011 existían cuatro instalaciones autorizadas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, con una capacidad instalada de 10,198 toneladas; estas plantas se encuentran en el Estado de México (3 instalaciones, 198 toneladas de capacidad) y Nuevo León (una instalación, 10,000 toneladas) (SEMARNAT, 2012). Si se compara esta información con el volumen total de residuos generados, se observa una diferencia abrumadora entre este volumen con la capacidad instalada de almacenamiento temporal, sin embargo, estos datos no establecen para qué tipo de residuos o generadores son aplicables.

Con respecto al manejo de los residuos peligrosos, la capacidad instalada autorizada para el reciclaje, aprovechamiento, reutilización, tratamiento, incineración y confinamiento en el periodo de 1999-2011. La capacidad instalada debe entenderse como el volumen de manejo de residuos peligrosos, en alguna de sus modalidades, que la SEMARNAT autoriza a las empresas que soliciten

realizarlo. Por lo anterior, no debe confundirse con el volumen real de residuos peligrosos que se reciclan, tratan, reutilizan, incinera o confinan, puesto que las plantas de las empresas autorizadas podrían no operar al total de su capacidad. En el 2011 la capacidad autorizada instalada alcanzó poco más de 1.6 millones de toneladas, correspondiendo exclusivamente a reciclaje (1.4 millones) y tratamiento (216 mil).

Del volumen autorizado por la SEMARNAT a las entidades federativas para el manejo de los residuos peligrosos en 2011, el 86.5% correspondió a reciclaje y el restante 13.5% a tratamiento. Nuevo León fue la única entidad federativa con capacidad autorizada para el tratamiento de residuos peligrosos (poco más de 216 mil toneladas), mientras que para el reciclaje, la mayor capacidad instalada se autorizó a ese mismo estado (cerca de 649,970 toneladas; 47% de la capacidad de tratamiento autorizada nacionalmente), seguido por Chiapas (345 mil; 25%), Estado de México (202,280; 14.6%), Querétaro (63, 379; 4.6%) y Veracruz (35, 977; 2.6%). En la figura 2.3 se incluyen los volúmenes autorizados para el manejo de residuos peligrosos por entidad federativa por reciclaje, tratamiento e incineración.



**Figura 2.3**  
**Volumen Autorizado para el Manejo de Residuos Peligrosos por Entidad**  
**Federativa, 2011( SEMARNAT, 2012)**

Por otra parte se han establecido en el país varios confinamientos encargados de la disposición final de dichos residuos, tal es el caso de confinamientos como METALCLAD, CYTRAR, RIMSA por mencionar algunos. Sin embargo, muchos de ellos han tenido que cerrar y detener sus operaciones en el país. Hasta 2003, sólo existía un confinamiento autorizado en operación, RIMSA, el cual está ubicado en el Estado de Nuevo León y es el único confinamiento disponible para proporcionar disposición final a los millones de residuos peligrosos producidos por toda la industria mexicana, el cual, obviamente, era insuficiente (Real, 2003). Es importante mencionar que en la actualidad se encuentra autorizadas 4 empresas incluida RIMSA, para el confinamiento de residuos peligrosos, estas empresas son (SEMARNAT, 2014):

- ✓ Tecnología ambiental Especializada, S.A. de C.V. ubicada en el municipio de Ramos Arizpe en el Estado de Coahuila, su vigencia para operar comprende del periodo del 24 de octubre del 2012 al 24 de octubre del 2037.
- ✓ Sistema de Desarrollo Sustentable, S. A. de C.V. ubicada en el municipio de Zimapán en el estado de Hidalgo, su vigencia para operar comprenden del periodo del 6 de Junio del 2011 al 6 de Junio del 2016.
- ✓ Ciba-Geigy Mexicana, S. A. de C.V. (Planta Atotonilquillo) ubicada en el municipio de Chapala en el Estado de Jalisco, su vigencia para operar es indefinida e inicio operaciones el 11 de Octubre del 1993.
- ✓ Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V. ubicada en el Municipio de San Pedro Garza García en el Estado de Nuevo León, su vigencia para operar también es por tiempo indefinido e inicio operaciones el 22 de septiembre de 1999.

Tanto las empresas autorizadas para el confinamiento de residuos peligrosos, como las empresas de reciclaje, aprovechamiento, co-procesamiento, reutilización, tratamiento, incineración, recolección y transporte, almacenamiento, etc. de residuos peligrosos y biológico-infecciosos, se encuentran en el padrón de

prestadores de servicios de la SEMARNAT para que de esta manera los generadores o poseedores de residuos peligrosos puedan contratar sus servicios de manejo de estos residuos y facilitar el cumplimiento del artículo 42 de la LGPGIR.

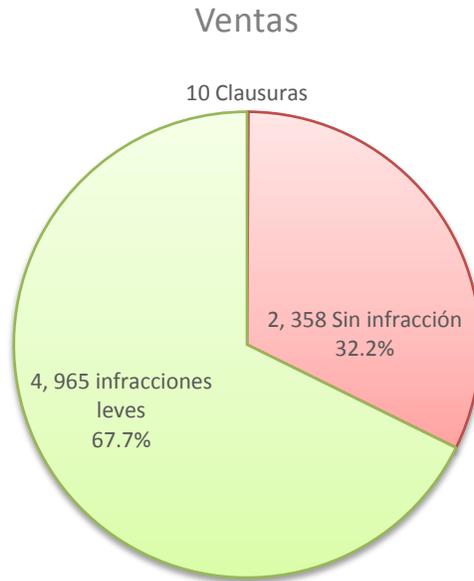
Por otra parte, para dar seguimiento al manejo de los residuos peligrosos, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) aplica programas de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento de la LGPGIR, la cual obliga a los generadores y gestores de residuos peligrosos a manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada (DOF, 2003). Por medio de las visitas de inspección se identifican irregularidades, se dictan medidas correctivas y se imponen clausuras en caso de presentarse irregularidades graves que representen un riesgo inminente al equilibrio ecológico, daños graves a los recursos naturales o contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas o la salud pública. El cumplimiento de las medidas correctivas se vigila mediante las visitas de verificación. En el periodo de 2001-2010 se realizaron 51,837 visitas a los establecimientos registrados como generadores de residuos peligrosos, de las cuales 17,010 visitas no presentaron irregularidades (32.8%), 34,673 presentaron irregularidades leves (66.9%), 86 tuvieron clausuras parciales temporales (0.2%) y 68 clausuras totales temporales (0.1%), como se muestra en la Figura 2.4, (PROFEPA, 2011). Si se comparan el número de visitas, 51,837 con el número de empresas, 68,733, en promedio por año, únicamente se visitaron 5,184 empresas, por lo que en este tiempo 16,896 empresas no fueron visitadas, lo cual denota que la PROFEPA no está llevando a cabo en su totalidad sus funciones; ya que no alcanza a verificar a todas las empresas que se encuentra registradas; además de que año con año se incrementa la creación de nuevas empresas. Por lo tanto, estas podrían seguir contaminando sin que se regularicen sus procesos ni se implementan controles adecuados en la generación de residuos peligrosos. Esta situación puede deberse a que esta entidad no cuenta con capital humano suficiente, ni estrategias de visita, para

realizar de manera periódica la inspección de todas las empresas registradas o bien, a que no se considera necesaria la inspección de todas las empresas.



**Figura 2.4**  
**Resultado de las Visitas de Inspección en Materia de Residuos Peligrosos, 2001-2010 (SEMARNAT, 2012)**

En el caso de los residuos biológico-infecciosos, en 2003 entró en vigor la norma oficial mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, referente al manejo interno, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos en establecimientos donde se brinda atención médica y donde se realizan trabajos de investigación (PROFEPA, 2008). Entre 2001 y 2010 se realizaron 7,333 visitas de inspección y verificación a estos establecimientos (unidades de servicio médico y hospitalarios, incluyendo clínicas, laboratorios y centros de investigación) de los cuales 2,358 presentaron total cumplimiento de la normatividad (32.2%); 4,965 (67.7%) presentaron infracciones menores y sólo 10 casos (0.1%) merecieron clausuras debidas a condiciones inadecuadas para el manejo de estos residuos como se muestra en la figura 2.5, (SEMARNAT, 2012).



**Figura 2.5**  
**Resultado de las Visitas de Inspección en Materia de Residuos Peligrosos**  
**Biológico-Infeciosos, 2001-2010**(SEMARNAT, 2012)

### 2.3.2 Generación de Residuos en el Estado de Hidalgo

En el Estado de Hidalgo la generación de residuos se contempla en dos grandes líneas, las municipales y las industriales. Dentro de los programas operativos del Consejo Estatal de Ecología, existe el programa de control de residuos sólidos, en el que se establece la generación de residuos del sector industrial y de servicios instalados en el estado, esto mediante un manifiesto de generación de residuos no peligrosos, el cual se notifica a este organismo, así como dos reportes semestrales, los cuales se apegan a un pago de derechos (establecido en acuerdo tarifario de esta institución, avalado por el H. Congreso del Estado) (Herbert, 2011).

En cuanto al número de empresas, en Hidalgo existen 15,739 empresas, de estas el 99.51% son Mipymes, y el 0.49% restantes son grandes empresas (Tabla 2.15).

**Tabla 2.15**  
**Número de Empresas por Sector y Tamaño en Hidalgo, al 29 de Septiembre del 2013** (Modificado de Terrones, 2013)

Sector	Tamaño				Total
	Micro	Pequeña	Mediana	Grande	
Industria	990	109	61	16	1,176
Comercio	11,731	24	2	0	11,757
Servicios	2,718	74	12	2	2,806
<b>Total</b>	15,439	207	75	18	15,739

De las 15,739 empresas que existen en la entidad 11,757 se localizan en el sector comercio, 2,806 en transporte y comunicaciones, 659 en industrias manufactureras, 505 en construcción, 6 en agropecuario, 5 en minería y 1 en electricidad y agua (Terrones, 2011). En cuanto al número de empresas por municipio, Pachuca de Soto es el más importante con 6,716, seguido por Mineral de la Reforma con 1,249, Huejutla de Reyes con 866, Tulancingo de Bravo con 709, Actopan con 506, el Mixquihpan con 452, representando el 42.67%, 7.93%, 5.50%, 4.56%, 3.17% y 2.87% respectivamente. En conjunto, estos municipios poseen el 66.70% de las empresas del Estado de Hidalgo (Tabla 2.16).

**Tabla 2.16**  
**Número de Empresas por Municipio del Estado de Hidalgo, al 30 de Septiembre del 2013** (Modificado de Terrones, 2001)

Municipio	Número de empresas	Municipio	Número de empresas
Acatlán	17	Nicolás Flores	5
Acaxochitlan	39	Nopala De Villagrán	34
Actopan	506	Omitlan De Juárez	33
Agua Blanca De Iturbide	23	San Felipe Orizatlan	88
Ajacuba	34	Pacula	0
Alfajayucan	37	Pachuca De Soto	6716
Almoloya	22	Pisaflores	21
Apan	128	Progreso De Obregón	90

**Continuación de la Tabla 2.16**  
**Número de Empresas por Municipio del Estado de Hidalgo, al 30 de**  
**Septiembre del 2013**

El Arenal	19	Mineral De La Reforma	1249
Atitalaquia	78	San Agustín Tlaxiaca	159
Atlapexco	16	San Bartolo Tutotepec	6
Atotonilco El Grande	188	San Salvador	64
Atotonilco De Tula	17	Santiago De Anaya	45
Calnali	15	Santiago Tulantepec De Lugo Guerrero	40
Cardonal	9	Singuilucan	30
Cuautepec De Hinojosa	69	Tasquillo	57
Chapantongo	16	Tecoautla	29
Chapulhuacan	96	Tenango De Doria	37
Chilcuautla	7	Tepeapulco	303
Eloxochitlan	3	Tepehuacan De Guerrero	34
Emiliano Zapata	60	Tepeji Del Rio De Ocampo	78
Epazoyucan	59	Tepetitlan	2
Francisco I. Madero	106	Tetepango	41
Huasca De Ocampo	77	Villa De Tezontepec	80
Huautla	34	Tezontepec De Aldama	127
Huazalingo	2	Tianguistengo	3
Huehuetla	18	Tizayuca	444
Huejutla De Reyes	866	Tlahuelilpan	87
Huichapan	114	Tlahuiltepa	0
Ixmiquilpan	452	Tlanalapa	50
Jacala De Ledezma	83	Tlanchinol	3
Jaltocan	16	Tlaxcoapan	272
Juárez Hidalgo	4	Tolcayuca	90
Lolotla	0	Tula De Allende	268
Metepec	23	Tulancingo De Bravo	709
San Agustín Metzquititlan	28	Xochiatipan	17
Metzquititlan	23	Xochicoatlan	3

**Continuación de la Tabla 2.16**  
**Número de Empresas por Municipio del Estado de Hidalgo, al 30 de**  
**Septiembre del 2013**

Mineral Del Chico	51	Yahualica	7
Mineral Del Monte	79	Zacualtipan De Ángeles	143
La Misión	34	Zapotlan De Juárez	101
Mixquiahuala De Juárez	110	Zempoala	268
Molango De Escamilla	24	Zimapan	304
		Total	15,739

Durante el periodo del 2004 a junio del 2012, en el Estado de Hidalgo, se registraron 1,520 empresas que generaron 22,608 toneladas de residuos peligrosos. En la Tabla 2.17 se presenta la generación estimada de residuos peligrosos, en este mismo periodo (2004-2012); como se puede observar la industria que más produce residuos peligrosos es la petroquímica, seguida por la generación de energía eléctrica; lo que indica que en los próximos años se debe tener especial cuidado en la disposición de estos residuos en caso de que se instale una nueva refinería.

Otro aspecto importante es la cantidad de residuos peligrosos reportada por SEMARNAT según su categoría: microgenerador, pequeño generador y gran generador como se muestra en la Tabla 2.18. El 63.85% de las empresas son microgeneradores puesto que sus residuos equivalen al 0.85% de total; los pequeños generadores son el 28.13% que causan el 5.91% de los residuos (SEMARNAT, 2012). Preocupante son las empresas clasificadas como gran generador puesto que siendo sólo 8.10% generan el 93.24% de los residuos, son sobre estas últimas, que se tiene que poner especial atención en la legislación ambiental y de disposición de residuos.

**Tabla 2.17**  
**Estimación de Residuos Peligrosos a Generar por Sector de Actividad de**  
**Empresas Registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT del año**  
**2004 a Diciembre del 2012 (SEMARNAT, 2012)**

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad en toneladas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cantidad en toneladas</b>
Petróleo y petroquímica	6,191.28	Alimenticio	127.88
Generación de energía eléctrica	4,768.02	Equipos y artículos electrónicos	100.6
Prestadores de servicios que generan residuos peligrosos	4,585.07	Pinturas y tintas	91.44
Servicios mercantiles que generan residuos peligrosos	1,484.35	Celulosa y papel	64.79
Artículos y productos de plástico	1,202.68	Forestal	60.09
Metalurgia	1,105.79	Explotación de bancos de materiales	49.92
Servicios en manejo de residuos peligrosos	932.1	Construcción	47.35
Química	734.89	Prendas y artículos de vestir	16.61
Automotriz	532.21	Artículos y productos de diferentes materiales	12.06
Cemento y cal	255.26	Madera y productos	10.64
Artículos y productos metálicos	243.91	Exploración y explotaciones mineras	2.03
Textil	182	Congelación, Hielo y Productos	1.09
<b>Total</b>			<b>22,802.06</b>

Cabe señalar que, aunque Tula de Allende no figura entre los municipios de mayor número de empresas, es el que mayor impacto representa en el Estado, ya que en este se encuentran los principales grandes generadores, la refinería Miguel Hidalgo de PEMEX y la planta termoeléctrica “Francisco Pérez Ríos” de la Comisión Federal de Electricidad.

**Tabla 2.18**  
**Estimación de Residuos Peligrosos a Generar por Categoría de**  
**Generador(SEMARNAT, 2012)**

Microgenerador	Número de empresas	1,000
	Estimación de Generación	194.85
Pequeño Generador	Número de empresas	441
	Estimación de Generación	1,347.32
Gran Generador	Número de empresas	127
	Estimación de Generación	21,265.89
Total de número de empresas		1,568
Total de estimación de generación		22,808.06

En cuanto a la disposición de los residuos, en 2010 se registraron 19 proyectos para la construcción, cierre, rehabilitación y estudios prospectivos de rellenos sanitarios (SEMARNAT, 2010). De acuerdo al informe final no oficial, “Asesoría para el desarrollo de instrumentos y capacidades para el seguimiento y supervisión de los proyectos de ramo 16 anexo 34, región sur, en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial” de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico de la SEMARNAT, en el 2010 había 19 proyectos, enunciados a continuación (SEMARNAT, 2010):

- ✓ Clausura y Saneamiento del tiradero a cielo abierto denominado “Rincón del Potrerito” del municipio de Ajacuba, Hidalgo.
- ✓ Clausura y saneamiento del tiradero a cielo abierto “La hormiga” del municipio de Tetepango, Hidalgo.
- ✓ Construcción del relleno sanitario Regional tipo “B”, Apan, Tepeapulco y Emiliano Zapata.
- ✓ Construcción del relleno sanitario regional tipo “B” en los municipios de Nopala, Champantongo, Tepetitlán y Alfajayucan.
- ✓ Construcción del relleno sanitario regional tipo “C”, que incluye los municipios de Huehuetla, Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec.

- ✓ Construcción del relleno sanitario en el municipio de Atotonilco El Grande tipo “C”.
- ✓ Construcción del relleno sanitario municipal de Cuautepec de Hinojosa tipo “C”.
- ✓ Construcción del relleno sanitario municipal de Francisco I. Madero.
- ✓ Construcción del relleno sanitario municipal tipo “D” de Villa de Tezontepec.
- ✓ Elaboración de estudios previos para la construcción del relleno sanitario municipal de El Arenal, Hidalgo.
- ✓ Elaboración de Estudios previos para la construcción del relleno sanitario municipal de Progreso de Obregón, Hidalgo.
- ✓ Elaboración de estudios previos a la construcción del relleno sanitario intermunicipal para los municipios de San Salvador y Santiago Anaya.
- ✓ Elaboración de estudios previos para la construcción del relleno sanitario municipal tipo “C”, Tecozautla.
- ✓ Construcción y habilitación de la celda de disposición final en el relleno sanitario regional tipo “C” Chapulhuacan-Pisaflores.
- ✓ Saneamiento y clausura de tiraderos a cielo abierto de los municipios de la región Huasteca; Huejutla, San Felipe Orizatlán, Atlapexco y Huautla.
- ✓ Saneamiento y clausura de la celda actual de disposición final de residuos sólidos urbanos, así como habilitación de una nueva celda en el relleno sanitario municipal tipo “B” de Tepeji del Río, Hidalgo.
- ✓ Saneamiento y clausura de la celda No 2 y la restauración de la celda No 3 del relleno sanitario municipal del Huixmi.
- ✓ Saneamiento y clausura de los sitios de disposición final de los municipios que conforman el relleno regional Tula: Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Tula, Hidalgo.

De concluirse estos proyectos, permitirán mejorar la calidad de vida de los habitantes de estos municipios. Sin embargo, una limitante en el desarrollo de este tipo de proyectos son los recursos monetarios asignados a ellos que en ocasiones

no permiten que se cubra toda la normativa vigente para la construcción y operación.

Por otra parte para el caso de confinamiento de los residuos peligrosos en el Estado de Hidalgo, como ya se mencionó, se cuenta con el confinamiento del municipio de Zimapan llamado Sistema de Desarrollo Sustentable S.A. de C.V. con una vigencia de operación del 6 de junio del 2011 al 6 de junio del 2016 que confina residuos peligrosos tales como: Líquidos residuales de procesos corrosivos y no corrosivos, sustancias corrosivas (ácidos y álcalis), lodos provenientes del tratamiento de aguas negras, tratamiento de aguas de proceso, galvanoplastia, templados, procesos de pinturas, etcétera (SEMARNAT, 2014).

En este capítulo se hizo mención a algunas de las definiciones y características que tienen algunas organizaciones internacionales y las que se tienen en México, descripción de eventos a nivel internacional y eventos en México que dieron la pauta para establecer la legislación de los residuos peligrosos. Para el caso particular en el Estado de Hidalgo se denota que el número de empresas dadas de alta superan el número de visitas realizadas por la PROFEPA, por esta situación hay empresas que podrían estar contaminando el medio ambiente sin un control adecuado de sus residuos peligrosos. En el siguiente apartado se describe la legislación en México, a lo largo de la jerarquía legal, que debe estar aplicándose en las empresas.

## **CAPÍTULO 3**

### **LEGISLACIÓN AMBIENTAL**

En la segunda mitad del siglo XX los temas relativos al medio ambiente empezaron a tener fuerza en los rubros legislativo, administrativo y doctrinal, ante los estragos que fueron registrándose en diversas partes de mundo, como resultado del crecimiento demográfico, del desarrollo industrial, la destrucción y contaminación de los recursos naturales. Sin embargo, estos temas tienen precedentes anteriores, pues a lo largo de la historia, la humanidad, buscando progreso y bienestar de manera individual y colectiva, ha ocasionado la degradación de los recursos naturales; siendo la destrucción de los ecosistemas uno de los más notables atentados para la supervivencia humana.

La protección ambiental en México ha sido objeto de una evolución continua en las últimas décadas, con prioridades puestas en el saneamiento ambiental, con una estrategia hacia una interpretación más sistemática con señalamiento de medidas de prevención y control.

En México, desde el año de 1988 entró en vigor la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, reformada en el año de 1996, que sienta las bases jurídicas de protección al ambiente. Además, existen otras leyes generales que la complementan, como la Ley Forestal, Ley General de Salud, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Vida Silvestre, Ley Agraria, etcétera, además de los tratados internacionales suscritos por México.

Cabe mencionar que el 8 de septiembre de 2003, se publicó en el DOF la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valoración y la gestión integral de los residuos y, de manera especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La modificación al marco jurídico ambiental tiene, entre otros propósitos, los siguientes:

- ✓ Establecer las bases para llevar a cabo un proceso de descentralización ordenado, gradual y efectivo de diversos asuntos ambientales en favor de los gobiernos locales;
- ✓ Ampliar los márgenes de la participación social en la gestión ambiental, fundamentalmente en la toma de decisiones, el acceso a la información ambiental y el derecho al ejercicio de acciones para impugnar los actos de autoridad;
- ✓ Fortalecer y enriquecer los instrumentos de la política en la materia;
- ✓ Reducir los márgenes de discrecionalidad de la autoridad;
- ✓ Ampliar la seguridad jurídica de la ciudadanía en materia ambiental;
- ✓ Incorporar conceptos fundamentales como los de sustentabilidad y biodiversidad.

Todos ellos con el fin de aplicarlos a las distintas acciones reguladas por el propio ordenamiento, así como el cumplimiento de los compromisos asumidos por nuestro país en los tratados y convenciones internacionales en la materia.

Actualmente, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente cuenta con disposiciones reglamentarias en las siguientes materias:

- ✓ Impacto Ambiental (Nuevo reglamento publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000 abrogó al reglamento del 7 de junio de 1988).
- ✓ Residuos Peligrosos (Publicada en el DOF el 25 de noviembre de 1988).
- ✓ Contaminación Originada por la Emisión del Ruido (Publicada en el DOF el 6 de diciembre de 1982).
- ✓ Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica (Publicada en el DOF el 25 de noviembre de 1988).
- ✓ Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el Distrito Federal y los Municipios de su Zona Conurbada (Publicada en el DOF el 25 de noviembre 1998).

- ✓ Para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. (Publicada en el DOF el 7 de abril de 1993).
- ✓ Áreas Naturales Protegidas (Nuevo reglamento publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2000).
- ✓ Auditoría Ambiental (Nuevo reglamento publicado en el DOF el 29 de noviembre de 2000).

Como puede notarse, en México se ha tenido un avance legislativo en materia ambiental y, en los últimos años, se ha hecho un esfuerzo por renovar el marco jurídico ambiental, mismo que se integra con la legislación sectorial que a continuación se señala:

- ✓ Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (publicada en el DOF el 29 de diciembre de 1976).
- ✓ Ley General de Salud (publicada en el DOF el 7 de febrero de 1984).
- ✓ Ley Federal del Mar (publicada en el DOF el 8 de enero de 1986).
- ✓ Ley Minera (publicada en el DOF el 26 de junio de 1992).
- ✓ Ley de Aguas Nacionales (publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992).
- ✓ Ley General de Asentamientos Humanos (publicada en el DOF el 21 de julio de 1993).
- ✓ Ley Federal de Sanidad Vegetal (publicada en el DOF el 5 de enero de 1994).
- ✓ Ley General de Vida Silvestre (publicada en el DOF el 3 de julio de 2000).
- ✓ Nuevo Reglamento Interior de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Antes SEDUE, SEDESOL, SEMARNAP, hoy SEMARNAT DOF 21 de enero de 2003).
- ✓ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (publicada en el DOF el 25 de febrero del 2003).
- ✓ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (publicada en el DOF el 8 de octubre de 2003).
- ✓ Ley General de Bienes Nacionales (publicada en el DOF el 20 de mayo de 2004).

- ✓ Ley de General de Pesca y Acuacultura Sustentables (publicada en el DOF el 24 de julio del 2007).

Con lo expresado, queda demostrado que la evolución desencadena necesariamente adecuaciones al marco legal ambiental para no permitir que los índices de delincuencia ecológica aumenten. Sin embargo, cada sociedad requiere una estructura legal acorde con su forma de vida, a sus actividades, a sus necesidades al igual que es necesario fijar sus limitaciones, es decir, que las actividades humanas no lesionen al medio ambiente.

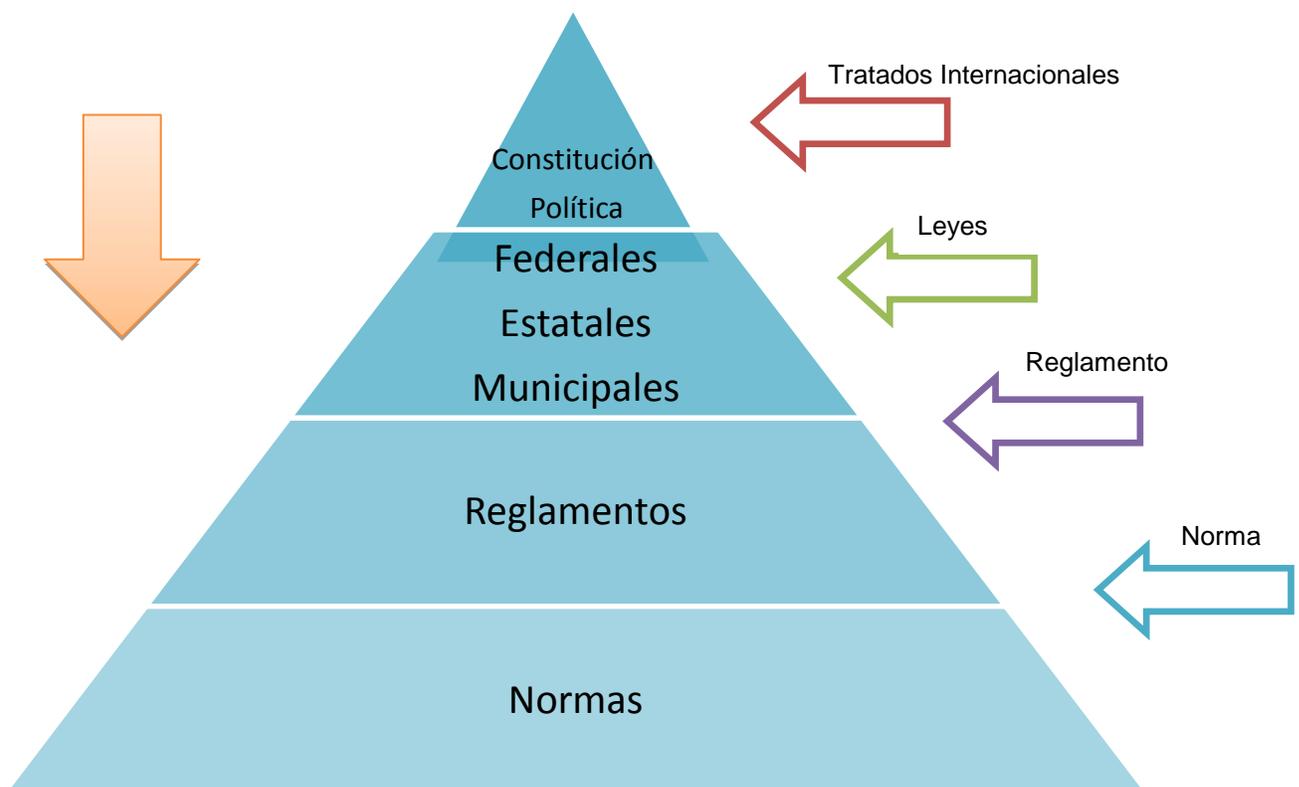
Por todo lo anterior, el contexto en materia ambiental presenta un desarrollo importante dentro del Sistema Jurídico Mexicano. Sin embargo, aún no es suficiente para salvaguardar nuestra riqueza natural y garantizar la protección al ambiente que constantemente exige una revisión minuciosa de sus contenidos en temas como el acceso a los recursos genéticos, el uso de la biotecnología y la bioseguridad, el adecuado manejo de los residuos peligrosos, el riesgo ambiental; tópicos que se enlistan como puntos importantes en las agendas nacional e internacional.

La evolución de las leyes en materia ambiental en México, no ha sido constante, debido a que los periodos en los que se ha llevado a cabo su revisión han sido extensos, como puede apreciarse en los siguientes apartados.

### **3.1 Legislación Nacional**

En esta sección se muestra un resumen del análisis realizado por Villegas (2011) sobre el fundamento de la legislación ambiental vigente en México. Para realizar un análisis del marco legal en materia ambiental, es importante estudiar el Principio de Supremacía Constitucional, debido a que toda aplicación de ley se basa en el grado de jerarquía y el fundamento Constitucional de cada ley. Este es un principio teórico del derecho Constitucional, que postula a la Constitución por encima de todas las normas jurídicas, internas y externas de observación

obligatoria en el país. El marco legal en cuestión ambiental se analiza tomando como base el esquema de la Jerarquía de las Leyes en General, el cual también se aplica en las Leyes Ambientales. La jerarquía comienza en la superioridad de la pirámide, que es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual es la base del cumplimiento de los tratados internacionales y le siguen las leyes, dentro de las cuales se encuentran las Leyes Federales, Estatales y Municipales, luego los Reglamentos y finalmente, las Normas como se muestra en la figura 3.1. Posteriormente, en los siguientes apartados se presentan cada uno de estos niveles.



**Figura 3.1**  
**Esquema de la Jerarquía Legal**(Villegas, 2011)

### **3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos garantiza el derecho de contar con un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de los ciudadanos; establece las prerrogativas para que los distintos órdenes de gobierno dicten las disposiciones necesarias para que, dentro de su competencia, asegure el adecuado manejo y gestión integral de los residuos y se cumpla el derecho de contar con el medio ambiente adecuado.

Este derecho descansa en tres bases constitucionales fundamentales que tratan los aspectos más generales de la protección al ambiente; estas bases son los principios de conservación, preservación y control así como cuidado y regulación.

La primera de esas bases se encuentra en el artículo 27 constitucional, el cual se refiere a la idea de conservación de los recursos naturales, (Villegas, 2011).

Dicho artículo hace referencia a la propiedad privada, es decir, que todo el territorio es propiedad de la nación (tierras y aguas), pero que permite la existencia de la propiedad otorgando el dominio directo a los particulares, reservando la facultad de reunificar lo que se había desmembrado a través del derecho de reversión que en nuestra legislación se ejerce mediante la expropiación. El párrafo tercero del mismo artículo, establece que la nación tendrá en todo momento el derecho de regular en beneficio social el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. En este párrafo hace mención de que la Nación tiene la facultad de “imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, para cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población humana”. Lo anterior lleva a la distribución equitativa de la riqueza pública y su conservación, de esta forma se introdujo el principio de la conservación de los recursos naturales. Para cumplir con este principio de

conservación, el Estado debe elaborar diversos planes sobre asentamientos humanos, uso adecuado de tierras, aguas y bosques, en el territorio donde ejerce su soberanía, inclusive en aquellos que se encuentren dentro del mar territorial y la zona económica exclusiva.

La segunda base se encuentra plasmada en el artículo 73, fracción XVI constitucional, bajo la idea de **prevención y control de la contaminación ambiental**. Este principio se encuentra íntimamente relacionado, como su nombre lo indica, con el concepto de contaminación ambiental, que se refiere a la “presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos que degrada el ambiente en su conjunto y/o algunos elementos”. Éste es uno de los elementos principales dentro de la problemática ambiental, ya que la prevención y el control de contaminación son funciones elementales de la protección del medio ambiente.

Aunque la protección de los recursos naturales no se encuentra restringida únicamente a la contaminación de los recursos, sino que también se refiere a su conservación, a finales de los 60's se tenía la idea de que “la protección del medio ambiente tenía que ver con el peligro de la contaminación”; una idea, si bien cierta, pero no absoluta. El control de la contaminación y la protección del medio ambiente fueron considerados de competencia federal en 1971, año en el que se incorporó una base 4ª a la fracción XVI del artículo 73 constitucional, la cual hace referencia a la facultad del Congreso de la Unión de legislar sobre diferentes materias, como: nacionalidad, ciudadanía, emigración e inmigración y salubridad general de la República. Las bases 1ª y 4ª de la fracción XVI hacen referencia a la forma en que se integra el Consejo de Salubridad General y sus facultades, que tienen por objeto la elaboración de medidas necesarias para prevenir la contaminación del ambiente, la defensa de la salud y la sanidad del territorio nacional.

Dicho consejo dependía directamente del Poder Ejecutivo y no recibía órdenes de ninguna otra Secretaría de Estado. Además, sus disposiciones eran obligatorias y su naturaleza era ejecutiva, ya que sus instrucciones serían obedecidas por las autoridades administrativas. De esta forma, las cuestiones de salubridad, que hasta ese momento habían estado a cargo de los Estados, pasaban a ser competencia Federal, otorgando al Congreso de la Unión la facultad de legislar en la materia y, consecuentemente, como incluía el control de la contaminación, el medio ambiente formó parte de la competencia Federal.

Posteriormente, en 1987, dicho artículo sufrió una reforma, en la cual se adicionó a la fracción XXIX el inciso G en el que se otorgaba la facultad al Congreso de la Unión de expedir Leyes que establecieran la concurrencia entre el Gobierno Federal, los Estados y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Todo esto, con el objetivo de que los gobiernos locales y municipales participaran en los asuntos ambientales. Para ello, se decidió utilizar el sistema de “facultades concurrentes, a través del cual se realiza una distribución de competencias establecidas en la Ley de la materia de que se trate, entre Federación, Estados y Municipios”. Es decir, consiste en el establecimiento de medidas sobre la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y Municipios, mediante las cuales se distribuyen la competencia en materia de protección al ambiente, conservación y restauración del equilibrio ecológico.

Cabe mencionar que con base en este artículo, se emite la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La tercera base se encuentra en el artículo 25 constitucional párrafo sexto, en el cual se encuentra la idea de **protección al ambiente** de forma conjunta y hace mención del término “medio ambiente” y expresamente se refiere al “cuidado del medio ambiente”. La connotación de este artículo es principalmente económica, como resultado de la reforma del texto completo de 1983. El texto completo es el

siguiente: “Bajo criterios de equidad social y productiva, se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolas a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando en conservación y el medio ambiente”.

Como se puede apreciar, bajo el impulso del Estado y el criterio de equidad, este artículo hace referencia al apoyo que la nación otorga a las empresas de los sectores privado y social, sometidas a las limitaciones que fije el interés público y uso, preservación y cuidado del medio ambiente. Es decir, el apoyo tiene límites, por un lado el interés público y por el otro el uso en beneficio general de los recursos productivos, su conservación y cuidado del medio ambiente. Internacionalmente, México está comprometido con el medio ambiente como lo evidencian los tratados internacionales que ha firmado. En la siguiente sección se presentan algunos de ellos.

### **3.1.2 Tratados Internacionales**

La Constitución, en su artículo 133, otorga a los tratados celebrados por el presidente de la República, con aprobación del Senado, ya sean bilaterales o convencionales internacionales, el mismo nivel que la Carta Magna. De esta forma, todas las disposiciones que se encuentran dentro de dichos acuerdos, son obligatorias tanto para las actividades federales como para las locales, al igual que para los particulares, ya sean nacionales o extranjeros, así como para las compañías que realicen actividades dentro de territorio nacional.

Dentro del marco internacional, entre los principales compromisos de México en materia ambiental que se relacionan con los residuos peligrosos se encuentran los siguientes (Martínez *et al.*, 2005):

- ✓ **Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su disposición**, descrito en el capítulo 2.

### ✓ **Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes**

Al igual que en el caso del Convenio de Basilea, la autoridad nacional designada ante el Convenio de Estocolmo es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), en tanto que el punto focal es la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Estos dos organismos encabezaron el proceso participativo multisectorial, a través del cual se formuló el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo de México.

### ✓ **Convenio de Rotterdam**

La Comisión Federal de Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud es la responsable de dar seguimiento a este convenio, a lo cual contribuyen la SEMARNAT y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), quienes emitieron conjuntamente en 2004 el Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos.

### ✓ **Enfoque Estratégico para la Gestión de las Sustancias Químicas a Nivel Internacional.**

El enfoque estratégico para la gestión de las Sustancias Químicas a Nivel Internacional (SAICM por sus siglas en inglés) no es un tratado internacional, sino como su nombre lo indica, es una estrategia para vincular las acciones que se desarrollan en el marco de los múltiples convenios internacionales que atañen a la gestión de las sustancias y residuos peligrosos, a fin de crear sinergias y asegurar su eficiencia. Este enfoque fue aprobado por la Conferencia Internacional sobre Gestión de los Productos Químicos (ICCM por sus siglas en inglés) en febrero de 2006 y tiene como objetivo apoyar el logro de la meta, acordada en la Cumbre

Mundial de Desarrollo Sustentable de Johannesburgo en 2002, de que las sustancias sean producidas y utilizadas en formas que reduzcan significativamente los efectos adversos al medio ambiente y a la salud. El enfoque promueve que los gobiernos y otras partes interesadas dirijan más eficientemente el tema de seguridad química en todos los sectores relevantes tales como la agricultura, ambiente, salud e industria, entre otros.

#### ✓ **Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte**

Este Acuerdo, suscrito por México, Canadá y Estados Unidos en 1994, tiene el propósito de facilitar la cooperación regional en esta materia y de promover la participación social en la determinación y evaluación de políticas públicas para el desarrollo sustentable de los tres países. Dicho Acuerdo dio lugar a la creación de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), en el seno de la cual se han constituido diversos grupos de trabajo, algunos de ellos involucrados en cuestiones relacionadas directamente con la gestión ambiental de los residuos peligrosos, como son las relativas al manejo ambientalmente adecuado de sustancias químicas (SMOC por sus siglas en inglés), a la prevención de la contaminación o a la verificación del cumplimiento de la legislación ambiental.

El SMOC, ha tenido a su cargo la promoción de la formulación y ejecución de manera participativa de planes de acción regionales para la eliminación de plaguicidas clorados (como el DDT y el clordano) y de los bifenilospoliclorados, así como de dioxinas y furanos que son contaminantes orgánicos persistentes, o relativos al mercurio y al lindano que también son sustancias tóxicas persistentes.

#### ✓ **Programa Frontera Norte**

Este programa responde al compromiso de diseñar programas que fomenten el desarrollo sustentable en la región fronteriza, dados su gran dinamismo y crecimiento demográfico e industrial, sus contrastes sociales, económicos y políticos, características geográficas, la interdependencia que existen entre las ciudades mexicanas con sus “ciudades hermanas” de los Estados Unidos y la historia de cooperación bilateral en materia ambiental.

Esto último dio lugar al establecimiento en 1983 del llamado Convenio de La Paz de Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza, en el marco del cual se incorporó en 1986 el Anexo III relativo a la cooperación en materia de residuos y que ha evolucionado hasta construir el Programa Binacional Frontera 2012, cuyo objetivo es: Fortalecer y consolidar la gestión ambiental integral regional, a nivel nacional y binacional, así como la promoción del desarrollo sustentable en la Frontera Norte para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, del cual se habla un poco más a continuación.

✓ **Programa Frontera 2012.**

En este programa se incorporan acciones relacionadas con la gestión de los residuos peligrosos, alentando el intercambio de información, conocimientos y experiencias, no solo entre los estados de los dos lados de la frontera entre México y Estados Unidos, sino también con los estados del resto de nuestro país, en el contexto de las actividades a desarrollar en el marco de los convenios internacionales.

✓ **Gestión Internacional Ambientalmente Adecuada de los Residuos**

La Agenda o Programa 21, emanada de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, sigue siendo el marco con base en el cual se han establecido los distintos convenios internacionales que involucran la gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos y otros desechos.

Específicamente, en el capítulo 20 del Programa 21 se plantea que: “Para velar por la protección de la salud y del medio ambiente, una ordenación adecuada de los recursos naturales y un desarrollo sostenible, es de extrema importancia controlar eficazmente la producción, el almacenamiento, el tratamiento, el reciclado y la reutilización, el transporte, la recuperación y la eliminación de los desechos peligrosos. Estos precisarán la cooperación y participación activas de la comunidad internacional, los gobiernos y la industria. Los elementos esenciales

para lograrlo son la preservación de la producción de desechos peligrosos y la rehabilitación de los lugares contaminados y, para ambas cosas, se requieren conocimientos, personas con experiencia, instalaciones adecuadas, recursos financieros y capacidades técnicas y científicas.

✓ **Iniciativa 3Rs (Reducir, Reusar y Reciclar).**

En el marco del Convenio sobre la Cooperación Técnica entre el Gobierno de Japón y el gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, firmado en Tokio el 2 de diciembre de 1986, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por parte del gobierno del Japón y el Instituto Nacional de Ecología (INE), por el gobierno de México, firmaron la minuta del Proyecto “Desarrollo de Políticas de Manejo de Residuos incorporando el Principio de las 3R´s” el 21 de noviembre de 2006.

La finalidad del Proyecto es crear y desarrollar una política de manejo de residuos basada en las 3R´s (Reducir, Reusar y Reciclar), que involucre a todas las instituciones, sectores del gobierno y sociedad relacionados con el manejo de los residuos, con la finalidad de lograr una sociedad sustentable. En el concepto amplio se considera también la oportunidad del comercio internacional o flujo internacional de materiales y subproductos con el fin de reutilización y reciclaje.

Mediante dichos convenios se promueve el aprovechamiento de las experiencias de otros países, sobre todo de aquellos con los que México ha suscrito convenios comerciales y acuerdos de cooperación ambiental; así como el uso de los manuales y lineamientos que han sido elaborados por organismos internacionales para guiar al país en el fortalecimiento de sus sistemas, con el objetivo de prevenir la generación, valorizar y dar un manejo integral a los residuos.

El siguiente nivel en la jerarquía de la legislación, corresponde a las leyes federales, estatales y municipales presentadas a continuación.

### **3.1.3 Leyes Federales**

Dentro del orden interno nacional en materia ambiental es importante mencionar de manera fundamental las Leyes Federales Reglamentarias a la Constitución, de las cuales forman parte la LGEEPA y la LGPGIR.

#### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

Históricamente, el primer antecedente en el Sistema Legal Mexicano en la materia es la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental de 1971, donde se estableció la Política Ambiental Mexicana a través de normas cuyo objetivo era la prevención y control de la contaminación. Hasta antes de la promulgación de esta ley, el Poder Legislativo emitía leyes relacionadas con la protección a la salud y medidas de corte higienistas que no atacaban las causas de los problemas ambientales, sino más bien, se situaban desde la perspectiva de la salud. Se derivó de la participación de México en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Surgió a iniciativa presidencial durante el periodo del licenciado Luis Echeverría Álvarez, el 18 de febrero de 1971 y fue publicada el 23 de marzo del mismo año. Fundamentada en el incremento de la industria en nuestro país y el aumento de vehículos; normalizó las actividades de tránsito aéreo y terrestre y protegió la salud pública. El alcance de ésta ley fue muy estrecho, sin embargo, su importancia radica en que es el primer antecedente que se tiene sobre la materia, lo cual en ese momento, representó un avance legislativo considerable.

Durante el periodo de gobierno del Presidente José López Portillo, se derogó dicha ley y se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente, en la cual “se percibe el problema de la contaminación como un efecto del proceso productivo y no como su causa”. No tuvo mucha diferencia con su antecesora, ya que se

enfocaba en establecer medidas correctivas y no preventivas imponiendo sanciones. Transfirió facultades a los estados y municipios en esta materia. Sin embargo, esta ley tampoco fue eficaz en su aplicación, aunque trataba de corregir las deficiencias de la ley anterior y su falta de aplicación.

Al derogarse la Ley Federal de Protección al Ambiente, surgió la Ley General de Equilibrio Ecológico, promulgada durante el periodo gubernamental 1982-1988. Por primera vez se relaciona con el Plan Nacional de Desarrollo. A partir de este punto se agregan dos vertientes de la política ambiental: la correctiva y la preventiva. Durante este tiempo; se llevó a cabo la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente, a raíz de la cual se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente que dependía de la Secretaría de Salubridad.

Posteriormente, ante la Comisión Brundtlan, se presentó la iniciativa de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), cuyo objetivo era la prevención y control de la contaminación ambiental y no tomaba mucho en cuenta las cuestiones económico-sociales. Se promulgó finalmente el 28 de enero de 1988.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es el ordenamiento regulador de las garantías que otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en cuanto a la protección al ambiente. Señala las disposiciones para controlar la contaminación de los suelos y los recursos naturales. Establece las competencias de cada orden de gobierno para emitir y aplicar las disposiciones que prevengan y controlen esos efectos ocasionados por los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos. Dicta las disposiciones necesarias para restablecer y restaurar las condiciones naturales de los suelos contaminados y la prevención y control de la contaminación del agua y ecosistemas acuáticos por actividades relacionadas con la disposición de residuos. Establece también las

autoridades administrativas que a nivel federal tienen competencia en materia de medio ambiente (Villegas, 2011):

1. **Comisión Nacional de Ecología.** Tiene la función de coordinar secretarías, gobiernos locales y sectores sociales y privados, su fundamento se encuentra en el Artículo 12 de la LEGEEPA. Es permanente, otorga participación a los estados y municipios; organizaciones de productores e instituciones de educación superior, para que se involucren en la elaboración de normas técnicas ecológicas que afectan el interés general o a un sector específico de producción.
2. **Secretaría del Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).** Tiene como función principal planear la política ambiental: promover el cuidado, la vigilancia y la promoción de actividades relacionadas con la protección del ambiente; así como la aplicación de leyes y acuerdos internacionales. La LGEEPA le otorga competencia para la elaboración de normas ecológicas e incluso de edición de la gaceta informativa sobre las actividades que autoridades, tanto federales como locales y otros organismos llevan a cabo.
3. **Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.** A esta autoridad le corresponde intervenir en coordinación con la SEMARNAT en lo que se refiere a los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, especialmente en los casos previstos en el Artículo 8 fracción XIV.
4. **Secretaría de Salud.** Dentro de las funciones que realiza se encuentra: participar en la realización de normas técnicas sobre plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas que tengan efectos ecológicos (Artículo 8 fracción VII-A); sobre la base del artículo 73 de la LGEEPA, existe un Consejo de Salubridad General, el cual depende directamente del Presidente de la República.
5. **Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.** Esta tiene su base legal en el artículo 8 fracción XVI, y dentro de su estructura y funciones incorpora la participación de otras secretarías en lo relativo a la elaboración de

normas técnicas sobre plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas con efecto contaminante. De igual forma, los artículos 141-144 de la mencionada ley establecen que tal secretaría será la encargada de la promoción de empaques y envases que sean reutilizables y de vigilar el comercio de residuos que produzcan contaminación ambiental, sobre todo los que provienen de otros países, con el fin de ser destruidos o depositados en territorio y aguas nacionales.

6. **Secretaría de Marina.** La LGEEPA, en su artículo 71, le otorga a esta secretaría la facultad de proponer el establecimiento de parques marinos nacionales así como de administrarlos; del mismo modo esta secretaría se encarga de vigilar, prevenir y controlar la contaminación del mar de acuerdo con la Ley Federal del Mar y el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias bajo las normas del derecho internacional.
7. **Secretaría de Energía.** Conduce y promueve la participación de organismos paraestatales en el aprovechamiento de los recursos naturales que sean necesarios para producir energía eléctrica y nuclear como los hidrocarburos, el petróleo y el carbón, todo esto con apego a la regulación establecida. Asimismo, también se aplican las normas oficiales nacionales en materia de seguridad nuclear y manejo de materiales radioactivos.
8. **Secretaría de Desarrollo Social.** Trabaja en coordinación con los gobiernos estatales y municipales en todo lo relativo a los asentamientos humanos y el desarrollo urbano, así como en la planeación y distribución de la población; promueve programas de uso del suelo, reservas territoriales y obras de infraestructura urbana (manejo eficiente del suelo y agua) y abastecimiento de productos básicos para los habitantes. El fundamento de su actividad se encuentra en el Artículo 32 fracción I, II, VII y IX-XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
9. **Secretaría de Comunicaciones y Transportes.** Se encarga del afianzamiento de las normas técnicas en los servicios de comunicación, es decir, en la radio, la televisión, transporte por aire, carreteras y vías férreas

y todo lo relativo a la ubicación de aquellas vías de comunicación que tengan injerencia en el medio ambiente. También se encarga de elaborar normas para el control de la contaminación como el ruido, según lo establece el Artículo 36 fracción V-VII, XII y XV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

10. **Secretaría de Gobernación.** LA LGEEPA, en su Artículo 13, le da la facultad de intervenir en caso de emergencia ecológica.
11. **Secretaría del Trabajo y Previsión Social.** Tiene la función de desarrollar planes de capacitación y adiestramiento para el trabajo en materia de protección del medio ambiente y equilibrio ecológico mediante comisiones mixtas de seguridad e higiene, esto se encuentra establecido en el Artículo 40 de la LGEEPA.

Adicionalmente a la LGEEPA, en 2003 se promulgó una ley específica sobre el manejo de los residuos, presentada a continuación.

## **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), fue publicada el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Es el ordenamiento cuyas disposiciones son reglamentarias de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional, establece las competencias de los tres órdenes de gobierno para que dicten las disposiciones necesarias para prevenir la generación, fomentar la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Incluye también las medidas necesarias para evitar el deterioro o destrucción que puedan sufrir los elementos naturales, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos así como la ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente

y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud.

A continuación se enmarcan algunos artículos de la LGPGIR en materia de gestión de residuos:

**Artículo 5.** Es facultad de la Federación la regulación de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

**Artículo 11.** La Federación podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el objeto de que los Estados y el Distrito Federal asuman el control de los residuos de baja peligrosidad.

**Artículo 15.** Para la formulación y creación de la política ambiental, expedición de normas y demás instrumentos, se observará el principio de: quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, están obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Así mismo debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

**Artículo 134.** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, deben considerarse como criterios la necesidad de controlar los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos y la necesidad de prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporando técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.

**Artículo 135.** Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se considerarán en el caso de la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones que al efecto se otorguen.

La LGPGIR introduce además, una serie de instrumentos estratégicos para el logro de los objetivos planeados en la misma; como la forma en que se incorporan

en el contexto de la regulación de los residuos las acciones de prevención , minimización y reusó que permitirá multiplicar sus alcances y potenciar los resultados de su aplicación. Este es el caso, por ejemplo, de los Planes de Manejo, de los sistemas de Manejo Ambiental y de los Programas para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

No menos importante es la consideración de los residuos desde una doble perspectiva:

- 1) Como contaminantes potenciales que es preciso evitar, reducir y manejar de manera ambientalmente adecuada, así como pagar por su manejo de conformidad con el principio del que contamina, paga, y
- 2) Como materiales dotados de valor, que pueden ser aprovechados mediante su reusó, reciclado o recuperación de la energía contenida en ellos (siempre y cuando esto se realice de manera ambientalmente adecuada) lo cual lleva a plantear en la ley mecanismos para su regulación y control sustentables.

Basados en estas dos perspectivas, se encuentra el principio de responsabilidad compartida o de corresponsabilidad, que plantea que todos los sectores sociales que contribuyen a la generación de residuos, por sus hábitos de vida, prácticas de consumo y formas de producción, están obligados (de manera diferenciada) a contribuir en la implementación de las medidas previstas en iniciativa de ley para prevenir su generación, aprovechar su valor y lograr sus gestión integral.

La clasificación de los residuos adquiere en esta ley una doble función. La primera, es determinar el ámbito y los alcances de la aplicación de las disposiciones normativas contenidas en ella y qué generadores de los mismos están sujetos a su aplicación. La segunda, es servir como instrumento de gestión cumpliendo múltiples propósitos como los relativos a la construcción de inventarios comparables en todo el país, la determinación dela dimensión de los mercados de servicios requeridos para su manejo, la definición de formas de manejo seguras,

ambientalmente viables y socialmente aceptables y la evaluación de los riesgos que pueden derivar de su manejo.

Para los propósitos que persigue la LGPGIR, se distinguen tres tipos de residuos que define su ámbito de aplicación y a los particulares a los que obligan sus distintas disposiciones normativas, de manera diferenciada. En el Artículo 5° se establecen las definiciones de residuo, residuos de manejo especial, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos, descritos anteriormente en el capítulo II. Por lo tanto, lo que busca esta ley es regularizar, sistematizar y hacer más eficiente, transparente y sustentable la gestión actual de los distintos tipos de residuos en todo el país.

También establece la diferencia entre los generadores de residuos por su tipo y volumen, lo que permite asignarles diferentes tipos de responsabilidades en cuanto al cumplimiento de las disposiciones normativas de desempeño ambiental y de gestión ambiental, aplicando los principios de realidad y flexibilidad.

Asimismo, esta distinción busca que los costos de transacción o de administración, derivados del cumplimiento de la ley, tanto para los generadores, como para las autoridades competentes, sean proporcionales a la carga administrativa y financiera que implica su control, así como a los riesgos que entraña el manejo de los residuos en función de sus volúmenes y características.

Por último, cabe mencionar que las últimas reformas realizadas en esta ley se publicaron en el Diario Oficial de la Federación el 05 de Noviembre del 2013.

## **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio del 2013, como disposición reglamentaria de la reforma al artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 8 de febrero del 2012 en el DOF, mediante la cual se

estableció expresamente la responsabilidad para quien provoque el daño o deterioro ambiental en México .

Adicionalmente con la publicación de LFRA, se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de la LGEEPA, de LGPGIR, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de la Ley de Aguas Nacionales, del Código Penal Federal, de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos y de la Ley de Navegación y comercio Marítimo y de la Ley General de Bienes Nacionales para incluir las diversas disposiciones aplicables en materia de responsabilidad ambiental.

Establece que la responsabilidad ambiental será para toda persona física o moral que con sus acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente y estará obligada a la reparación de los daños, o bien cuando la reparación no sea posible, a la compensación ambiental que proceda. De la mismo forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar el incremento del daño ocasionado al ambiente.

La LFRA contempla que el daño al ambiente puede ser ocasionado por una responsabilidad subjetiva u objetiva.

a) **La Responsabilidad Subjetiva** nacerá de actos u omisiones ilícitos (debiendo observar las excepciones aplicables en la propia LFRA). Cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

La ilicitud versa sobre la conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones aplicables y las autorizaciones, permisos y licencias expedidas por las autoridades competentes.

b) **La Responsabilidad será Objetiva** cuando los daños ocasionados al ambiente sean de manera directa o indirecta de:

- I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos.
- II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral.

- III. La realización de actividades consideradas como altamente riesgosas.
- IV. Aquellos supuestos y conductas previstas en el artículo 1913 del Código Civil Federal.

La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporciona, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o recomendación.

La reparación debe llevarse a cabo en el lugar donde se produjo el daño.

La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

- I. Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño.
- II. Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:
  - a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de una evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
  - b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente y las obras y actividades que ocasionaron esos daños que se encuentre aún pendientes de realizar en un futuro.
  - c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizaran en el futuro, resultan en su conjunto sustentables y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental

Para los casos anteriores, se imponen obligatoriamente sanciones económicas sin los beneficios de reducción de los montos previstos en esta ley. Asimismo indica de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas para el inciso c), no tendrá validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la secretaria mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso en terrenos forestales.

La compensación por conceptos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevara acabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

En estos supuestos, la validez de las autorizaciones estará sujeta a la condición de que el responsable haya realizado la compensación ambiental, la cual será ordenada mediante las respectivas condiciones de impacto ambiental o de cambio de uso de suelo forestal.

La compensación puede ser total o parcial; si resulta parcial ésta será en proporción a lo que no se puede restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.

La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, es decir, reparar en la misma medida que se que se haya dañado.

También faculta al ejecutivo para realizar subsidiariamente por razones de urgencia o importancia, la reparación inmediata de los daños ocasionados por terceros, es por esta razón que se creará el Fondo de Responsabilidad Ambiental.

Así mismo esta administración demandara al responsable la restitución de los recursos económicos para hacer integrados de nueva cuenta al fondo.

La LFRA reconoce y establece el derecho de interés legítimo (personas e instituciones) para que puedan demandar judicialmente la responsabilidad ambiental, la reparación y compensación de los daños, así como las sanciones económicas que resulten.

### **3.1.4 Leyes Estatales**

Las leyes estatales, dictadas por los Congresos de los Estados, tienen su fundamento en la LGEEPA. En el caso del Estado de Hidalgo, de acuerdo con la jerarquía del marco legal, se encuentran las siguientes leyes en materia ambiental:

- ✓ **Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo**

Fue publicada en el Periódico Oficial, el 30 de diciembre de 1998. Su contenido se desarrolla a lo largo de cinco títulos y 228 artículos como se muestra a continuación:

#### **Título Primero. Disposiciones generales.**

Capítulo I. Normas preliminares, del artículo 1 al 3.

Capítulo II. Distribución de competencias, del artículo 4 al 14.

Capítulo III. Política ambiental, en el artículo 15.

Capítulo IV. Instrumentos de política ambiental del artículo 16 al 62.

#### **Título Segundo. Participación social e información ambiental**

Capítulo I. Participación social del artículo 63 al 64.

Capítulo II. Derecho a la información ambiental del artículo 65 al 71.

### **Titulo Tercero. Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales y Protección al Ambiente**

Capítulo I. Prevención control de la contaminación de la atmósfera del artículo 72 al 81.

Capitulo II. El agua del articulo 82 al 99.

Capítulo III. El suelo, del artículo 100 al 109.

Capítulo IV. Fauna y Flora silvestre, del artículo 110 al 115.

Capítulo V. Aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la federación, del artículo 116 al 119.

Capitulo VI. Manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos, del artículo 120 al 124.

Capítulo VII. Ruido, vibraciones, energía térmica y luminosa, olores y contaminación visual, del artículo 125 al 127.

Capítulo VIII. Prevención y control de emergencias ecológicas y contingencias ambientales, del artículo 128 al 130.

Capítulo IX. Actividades consideradas como riesgosas, del artículo 131 al 136.

Capítulo X. Servicios municipales, en el artículo 137.

### **Titulo Cuarto. Áreas naturales protegidas**

Capítulo I. Categorías y declaratorias de áreas naturales protegidas, del artículo 138 al 166.

Capítulo II. Sistema estatal de áreas naturales protegidas, del artículo 167 al 168.

Capítulo III. Participación de las autoridades locales en asuntos relacionados con áreas naturales protegidas de interés de la federación, del artículo 169 al 170.

### **Titulo Quinto. Medidas de control y de seguridad y sanciones**

Capítulo I. Disposiciones generales, del artículo 171 al 172.

Capítulo II. Inspección y vigilancia, del artículo 173 al 183.

Capítulo III. Medidas de seguridad, del artículo 184 al 185.

Capítulo IV. Responsabilidad ambiental, del artículo 186 al 189.

Capítulo V. Sanciones administrativas, del artículo 190 al 197.

Capítulo VI. Recursos de inconformidad, del artículo 198 al 210.

Capítulo VII. Programa administrativo de ejecución, del artículo 211 al 212.

Capítulo VIII. Delitos contra el medio ambiente y el equilibrio ecológico, del artículo 213 al 217.

Capítulo IX. Denuncia popular, del artículo 218 al 228.

## **✓ Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo**

Fue publicada en el Periódico Oficial, el 31 de diciembre de 2007 y su última reforma se hizo el 13 de diciembre del 2010. Su contenido se desarrolla a lo largo de dos libros el primero con seis títulos y el segundo con dos títulos.

### **Libro Primero. Conservación Ecológica y Protección al Ambiente**

#### **Titulo Primero. Disposiciones generales**

Capítulo I. Objetivos y aplicaciones de la ley, del artículo 1 al 4.

Caítulo II. Las autoridades, en el artículo 5.

Capítulo III. Coordinación de la federación con el estado y sus municipios, del artículo 6 al 7.

## **Título Segundo. Política ambiental**

Capítulo I. Disposiciones generales, en el artículo 8.

Capítulo II. Instrumentos de política ambiental, del artículo 9 al 62.

## **Título Tercero. Conservación Ecológica**

Capítulo I. Áreas naturales protegidas, del artículo 63 al 94.

Capítulo II. Flora y fauna silvestre, del artículo 95 al 101.

## **Título Cuarto. Protección al Ambiente**

Capítulo I. Disposiciones generales, del artículo 102 al 104.

Capítulo II. Preparación y control de la contaminación de la atmósfera, del artículo 105 al 119.

Capítulo III. Prevención u contaminación del suelo, del artículo 120 al 136.

Capítulo IV. Prevención y control de la contaminación del agua, del 137 al 141.

Capítulo V. Prevención y control de la contaminación ocasionada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica y olores, del artículo 142 al 145.

Capítulo VI. Contaminación visual y protección del paisaje, del artículo 146 al 147.

Capítulo VII. Contingencias ambientales, del artículo 148 al 152.

Capítulo VIII. Centros de verificación vehicular, del artículo 153 al 159.

Capítulo IX. Registro de emisiones y transferencia de contaminantes, del artículo 160 al 166.

## **Título Quinto. Prestadores de Servicios Ambientales**

Este título abarca desde el artículo 167 al 171.

## **Título Sexto. Vigilancia**

Capítulo I. Medidas de seguridad, del artículo 172 al 173.

Capítulo II. Infracciones y sanciones, de artículo 174 al 193.

## **Libro Segundo. Procedimientos Administrativos**

### **Título Primero. Disposiciones Generales**

Este título abarca desde el artículo 194 al 208.

### **Título Segundo. Substancias del Procedimiento**

Capítulo I. Denuncia ciudadana, del artículo 209 al 216.

Capítulo II. Procedimientos de verificación o supervisión, del artículo 217 al 231 Bis.

Capítulo III. Medios de impugnación, en el artículo 232.

Además de las leyes en materia de residuos peligrosos antes mencionadas también se apoyan de otras para aplicación de las mismas como:

- ✓ Ley Estatal de Aguas y Alcantarillado para el Estado de Hidalgo
- ✓ Ley de Protección Civil del Estado de Hidalgo
- ✓ Ley de Salud del Estado de Hidalgo
- ✓ Ley General De Asentamientos Humanos
- ✓ Ley de Obras Públicas del Estado de Hidalgo

## **3.1.5 Reglamentos**

Los reglamentos comprenden las disposiciones legislativas expedidas por el Poder Ejecutivo ya sea para desarrollo o instrumentación de las disposiciones legales. Por lo general los reglamentos derivan de una ley de la cual se contempla y amplía en sus principios (Flores& Pantoja 2001).

Por lo anterior en materia de residuos se enuncian los siguientes reglamentos:

### **Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.**

El 25 de noviembre de 1988, fue publicado el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos en el Diario Oficial de la Federación. La aplicación del reglamento compete a la SEMARNAT y, por medio de mecanismos de coordinación, involucra a otras dependencias con función en esta materia.

Los temas abordados en el reglamento se encuentra distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ Artículo 1, del 5 al 8. Detallan las regulaciones del generador y de los residuos peligrosos.
- ✓ Artículo 9 al 27, 34. Presentan el manejo de residuos peligrosos al interior del establecimiento, su almacenamiento temporal y la disposición final.
- ✓ Artículo 42. De los derrames, infiltraciones, descargas o vertido de residuos peligrosos.
- ✓ Artículos del 58 al 62. De las medidas de control, seguridad y sanciones.

Para la generación de residuos peligrosos, en el artículo 8° se establece que el generador de residuos peligrosos deberá:

- I.- Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría.
- II.- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos.
- III.- Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el reglamento y en las normas correspondientes.
- IV.- Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas respectivas.
- V.- Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en el reglamento y en las normas correspondientes.

VI.- Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en el reglamento y en las normas respectivas.

VII.- Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el reglamento y en las normas correspondientes.

VIII.- Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en el reglamento y en las normas respectivas.

IX.- Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el reglamento y las normas correspondientes.

X.- Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas aplicables.

XI.- Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período.

Para el manejo de residuos peligrosos, en artículo 12° se establece, previo al inicio de las operaciones, quiénes están autorizados para la instalación y operación de sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final, lo siguiente:

I.- Un programa de capacitación del personal responsable del manejo de residuos peligrosos y del equipo relacionado con éste.

II.- Documentación que acredite al responsable técnico.

III.- Un programa para atención a contingencias.

### **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Este reglamento, publicado en el DOF el 30 de noviembre del 2006 y su última reforma publicada el 19 de marzo de 2014, está estructurado de la siguiente manera:

## **Título Primero. Disposiciones preliminares**

Del artículo 2 al 16.

## **Título Segundo. Planes de manejo**

Capítulo I. Generalidades, del artículo 16 al 23.

Capítulo II. Registro e incorporación a los planes de manejo, del artículo 24 al 26.

Capítulo III. Condiciones particulares de manejo, del artículo 27 al 29.

Capítulo IV. Sistemas de manejo del gobierno federal, del artículo 30 al 31.

## **Título Tercero. Residuos provenientes de la industria minero metalúrgica**

Del artículo 32 al 34.

## **Título Cuarto. Residuos peligrosos**

Capítulo I. Identificación de residuos peligrosos, del artículo 35 al 41.

Capítulo II. Categoría de generadores y registro, del artículo 42 al 47.

Capítulo III. Autorizaciones, del artículo 48 al 67.

Capítulo IV. Disposiciones comunes a los generadores de residuos peligrosos, del artículo 68 al 81.

Capítulo V. Criterios de operación en el manejo integral de los residuos peligrosos, del artículo 82 al 106.

## **Título Quinto. Importación y exportación de residuos peligrosos**

Capítulo I. Disposiciones generales, del artículo 107 al 104.

Capítulo II. Importación, del artículo 105 al 108.

Capítulo III. Exportación, del artículo 109 al 120.

Capítulo IV. Retorno, del artículo 121 al 125.

### **Título Sexto. Remediación de sitios contaminados**

Capítulo I. Disposiciones comunes, del artículo 126 al 131.

Capítulo II. Programas de remediación, del artículo 132 al 147.

Capítulo III. Procedimiento de remediación, del artículo 148 al 151.

Capítulo IV. Declaratorias de remediación, del artículo 152 al 153.

### **Título Séptimo. Medidas de control y de seguridad, infracciones y sanciones**

Del artículo 154 al 163.

### **Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos**

Este reglamento, publicado en el DOF el 7 de abril de 1993 y actualizado el 28 de noviembre de 2003, está estructurado en nueve títulos que comprenden 136 artículos, ordenados de la siguiente manera:

- ✓ Título Primero. Disposiciones Generales.
- ✓ Título Segundo. Del envase y el embalaje
- ✓ Título Tercero. De las características, especificaciones y equipamiento de los vehículos motrices y unidades de arrastre a utilizar.
- ✓ Título Cuarto. De las condiciones de seguridad.
- ✓ Título Quinto. Del tránsito en vías de jurisdicción federal.
- ✓ Título Sexto. De los residuos peligrosos.
- ✓ Título Séptimo. De la responsabilidad.
- ✓ Título Octavo. De las obligaciones específicas.
- ✓ Título Noveno. Sanciones.

Debe destacarse que la SCT no se apega estrictamente a la clasificación de Materiales y Residuos Peligrosos establecida en la LGEEPA, introduciendo en este reglamento adicionalmente la clasificación de sustancia peligrosa.

Esto se deriva del hecho de que existen sustancias peligrosas que no son residuos, frecuentemente mucho más peligrosas y en mayor volumen que estos últimos, por lo que se tiene que establecer una forma de clasificación más amplia. La clasificación establece por la SCT para las sustancias peligrosas es como sigue:

- ✓ Clase 1. Explosivos.
- ✓ Clase 2. Gases comprimidos, refrigeradores, licuados o disueltos a presión.
- ✓ Clase 3. Líquidos Inflamables.
- ✓ Clase 4. Sólidos inflamables.
- ✓ Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos.
- ✓ Clase 6. Tóxico agudos (venenos) y agentes infecciosos.
- ✓ Clase 7. Radiactivos.
- ✓ Clase 8. Corrosivos.
- ✓ Clase 9. Varios.

### **Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo**

El 21 de enero del 1997 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Este reglamento establece diferentes disposiciones relacionadas con el transporte y el manejo de materiales peligrosos dentro de los centro de trabajo, entendiendo por centro de trabajo “todo aquel lugar, cualquiera que se asu denominación, en el cual se realicen actividades de producción, de comercialización o de prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación detrabajo”.

El artículo 15 indica que el patrón deberá informar a los trabajadores de los riesgos relacionados con la actividad laboral específica que desarrollen y, en particular hacer de su conocimiento los riesgos que impliquen el uso o exposición del medio ambiente laboral, así como capacitarlos con respecto a las medidas y programas para su prevención y control.

El capítulo VI corresponde al manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales y sustancias químicas peligrosos, establece disposiciones para prevenir y evitar daños a la vida humana y la salud de los trabajadores. En el artículo 135 establece que el patrón deberá de capacitar a los trabajadores informándoles sobre los riesgos de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos. En el artículo 138 indica que para el transporte de materiales peligrosos se deberá contar con capacitación especializada.

### **3.1.6 Normas Oficiales Mexicanas**

Las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas y reglamentos, son instrumentos jurídicos de carácter técnico obligatorio en el territorio nacional, los cuales señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación; su objeto es dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los reglamentos o en las leyes.

Establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros, límites permisibles, procesos, usos de tecnologías que deben observarse en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos, en procesos, en manejo y clasificación de residuos, selección de sitios, construcción, monitoreo, clausura de sitios de disposición final, todo para proteger la vida, la seguridad y el medio ambiente (SEMARNAT, 2013).

Las normas aplicables en materia de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial, emitidas por la SEMARNAT, son las siguientes:

**NOM-052-SEMARNAT-2005**, establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos; **NOM-053-SEMARNAT-1993**, 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-SEMARNAT-1993**, establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos; **NOM-055-SEMARNAT-2003**, establece los

requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados; **NOM-056-SEMARNAT-1993**, establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos; **NOM-057-SEMARNAT-1993**, establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos; **NOM-058-SEMARNAT-1993**, establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos; **NOM-083-SEMARNAT-2003**, establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; **NOM-098-SEMARNAT-2002**, habla de la protección ambiental, sobre la incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes; **NOM-133-SEMARNAT-2000**, habla de la protección ambiental, sobre losbifenilospoliclorados (BPC´s) y sus especificaciones de manejo; **NOM-141-SEMARNAT-2003**, establece los requisitos para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación, y post-operación de presas de jales; **NOM-145-SEMARNAT-2003**, habla del confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables.

Dada su relevancia, a continuación se presentan algunos aspectos de la NOM-052-SEMARNAT-2005(SEMARNAT, 2006). Cabe mencionar que esta norma ha tenido reformas sucesivas desde su publicación inicial en 1988 y constituye un marco de referencia obligado para quienes generan residuos peligrosos y requieren darse de alta como generadores manifestando el tipo de residuos que se generan de conformidad, no sólo en la LGPGIR y su Reglamento, sino con esta norma, de acuerdo con lo expresado en la misma:

“Los avances científicos y tecnológico y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como

constituyentes tóxico ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente”. Esta norma contiene dos tablas que hacen referencia a los Códigos de Peligrosidad de los Residuos (CPR) (Tabla 1 de la norma) y los Límites Máximos Permisibles para los constituyentes tóxicos en el extracto de PECT (Tabla 2 de la norma); comprende los siguientes listados:

- ✓ Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica.
- ✓ Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuentes no específica.
- ✓ Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxico Agudos).
- ✓ Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxico Crónicos).
- ✓ Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a condiciones particulares de manejo.
- ✓ Residuos que se encuentra regulados por normas oficiales mexicanas específicas (NOM-087-SEMARNAT-2003, biológico-infecciosos; NOM-133-SEMARNAT-2000, bifenilospoliclorados; NOM-141-SEMARNAT-2003 jales mineros; NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, suelos contaminados con hidrocarburos; NOM-098-SEMARNAT-2002, cenizas provenientes de incineración de residuos; NOM-155-SEMARNAT-2007, lixiviación de oro y plata; NOM-157-SEMARNAT-2009, planes de manejo de residuos mineros y NOM-159-SEMARNAT-2011, sistemas de lixiviación de cobre).

Adicionalmente, cuando los residuos que se generan no se encuentran contemplados en los criterios anteriores, se procede a aplicar los siguientes criterios de clasificación:

1. Caracterización o análisis CRIT (Corrosivo, Reactivo, Inflamable y Tóxico) de los residuos junto con la determinación de las características de explosividad, basados en el conocimiento de origen o composición del residuo y biológico-infeccioso. La característica de explosividad la

determina el responsable de la clasificación de los residuos con base en el conocimiento empírico de su proceso y de las materias primas utilizadas.

2. Manifestación basada en conocimiento científico o evidencia empírica, sobre los materiales y procesos empleados en la generación del residuo.
3. Si el generador sabe que su residuo tiene alguna de las características de peligrosidad establecidas en la norma.
4. Si el generador declara bajo protesta de decir verdad que su residuo no es peligroso.

Los materiales clasificados conforme a los cinco primeros criterios, son residuos peligrosos y no es necesario que se realice análisis CRIT para demostrar ni su peligrosidad ni su no peligrosidad. La norma se complementa, además, con un diagrama de flujo del procedimiento para identificar la peligrosidad de un residuo (listados y caracterización) (que aparecen en su figura 1) y unas bases para listar residuos peligrosos por “Fuentes Específicas” y “Fuentes No Específica”, en función de sus toxicidades ambientales, aguda o crónica (que aparece en su Anexo 1).

En la Tabla 3.1 se muestran las definiciones más relevantes para los fines de la identificación y clasificación de los residuos peligrosos.

Según el Numeral 7 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, un residuo es considerado como peligroso cuando tiene una o más de las siguientes características:

- ✓ Corrosividad
- ✓ Reactividad
- ✓ Explosividad
- ✓ Toxicidad Ambiental
- ✓ Inflamabilidad
- ✓ Biológico-Infeciosa

**Tabla 3.1**  
**Definiciones Normativas Relevantes a la Identificación y Clasificación de los Residuos Peligrosos (SEMARNAT, 2007)**

Constituyente Tóxico	Cualquier sustancia química contenida en un residuo y que hace que éste sea peligroso por su toxicidad, ya sea ambiental, aguda o crónica
CRETIB	El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico ambiental, Inflamable y Biológico-infeccioso
CRIT	El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: Corrosivo, Reactivo, Inflamable y Tóxico ambiental
Extracto PECT	El lixiviado a partir del cual se determinan los constituyentes tóxicos del residuo y su concentración con la finalidad de identificar si éste es peligroso por su toxicidad al ambiente
Fuente específica	Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial
Fuente no específica	Las actividades que generan residuos peligrosos y que por llevarse a cabo en diferentes giros o procesos se clasifican de manera general
PECT	Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos
Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos	Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales
Toxicidad	La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas
Toxicidad Ambiental	La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico
Toxicidad Aguda	El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo
Toxicidad Crónica	Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos

En los siguientes párrafos se explica en qué consiste cada una de estas características de los residuos:

**Corrosivo.** Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- b. Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayores o igual a 12.5 según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.
- c. Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por un año a una temperatura de 328K (55°C), según el procedimiento que se establece en la norma.

**Reactivo.** Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición.
- b. Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora.
- c. Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor.
- d. Posee en su constitución cianuros o sulfatos liberables, que cuando se exponen a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo.

**Explosivo.** Cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante

un análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.

**Tóxico Ambiental.** Cuando el extracto PECT (Prueba de Extracción para Compuestos Tóxicos), obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de esta norma, en una concentración mayor a los límites ahí señalados.

**Inflamable.** Cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60.5°C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24 %.
- b. No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C.
- c. Es un gas que, a 20°C y una presión de 101.3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13 % o menor por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad.
- d. Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

**Biológico-Infecioso.** Son aquellos generados durante la atención médica que contengan agentes bacterias, virus, u otros microorganismos con capacidad de infección, o toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a los seres vivos.

Ahora bien, la NOM-087-SEMARNAT-SSA-2002 establece las siguientes definiciones:

**RPBI (Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos).** Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos según lo definido en la norma y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente.

**Agente biológico-infeccioso.** Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propio (supervivencia), es un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada. Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos patógenos, cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos se considera como un residuo peligroso. En la Tabla 3.2, se presentan ejemplos de la clasificación de los residuos peligrosos de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**Tabla 3.2**  
**Clasificación de los Residuos Peligrosos (SEMARNAT, 2008)**

Características CRETIB	Ejemplos
Corrosivos	*Ácidos fuertes. *Bases fuertes. *Fenol. *Bromo. *Hidracina (destapacaños).
Explosivos	*Peróxidos *Cloratos Percloratos *Ácido pícrico * Trinitrotolueno (TNT)
Inflamables	*Hidrocarburos aromáticos *Alcoholes *Aldehídos * Éteres * Cetonas
Reactivos	*Nitratos *Metales alcalinos *Metilisocianato * Magnesio * Cloruro de acetileno
Tóxicos	*Cianuros *Arsénico y sales *Plomo * Anilina * Plaguicidas
Biológico-infecciosos	*Sangre *Muestras biológicas (orina, excremento) *Jeringas *Tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven

Otras normas relacionadas con los residuos peligrosos son las del control del transporte de materiales y residuos peligrosos emitidas por Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, s.f):

**NOM-002-SCT-2003**, listado de las sustancias y materiales peligrosos usualmente más transportados; **NOM-003-SCT-2000**, características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias y residuos peligrosos; **NOM-004-SCT-2000**, sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos; **NOM-005-SCT-2000**, información de emergencia en transportación para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos; **NOM-006-SCT2-2000**, aspectos básicos para la inspección vehicular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos; **NOM-007-SCT2-2002**, envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos; **NOM-009-SCT2-2003**, compatibilidad para almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos; **NOM-010-SCT2-2003**, disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos; **NOM-011-SCT2-2003**, condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas; **NOM-012-SCT2-1995**, sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los camiones y puentes de jurisdicción federal; **NOM-018-SCT2-1994**, disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario; **NOM-019-SCT2-1995**, disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos; **NOM-020-SCT2-1995**, requisitos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, especificaciones SCT 306, SCT 307 y SCT 312; **NOM-021-SCT2-1994**, disposiciones generales para transportar otro tipo de bienes diferentes a las sustancias, materiales y residuos peligrosos; **NOM-021-SCT4-1995**, condiciones que deben cumplir las embarcaciones para el transporte de productos petroquímicos; **NOM-023-SCT2-**

**1994**, información técnica que debe de contener la placa que portarán las autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel (RIG) y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos; **NOM-023-SCT4-1995**, condiciones para el manejo y almacenamiento de mercancías peligrosas en puertos, terminales y unidades mar adentro; **NOM-024-SCT2-2002**, especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de los sustancias, materiales y residuos peligrosos; **NOM-025-SCT2-1994**, disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos; **NOM-025-SCT4-1995**, detección, identificación, prevención y sistemas contra incendios para embarcaciones que transportan hidrocarburos, químicos y petroquímicos de alto riesgo; **NOM-027-SCT2-1994**, disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos; **NOM-027-SCT4-1995**, requisitos que deben cumplir las mercancías peligrosos para su transporte en embarcaciones; **NOM-028-SCT2-1998**, disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados; **NOM-028-SCT4-1996**, documentación para mercancías peligrosas y transportadas en embarcaciones: Requisitos y especificaciones; **NOM-030-SCT2-1994**, especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal degases licuados refrigerados; **NOM-032-SCT2-1995**, especificaciones y características de la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de materiales de las clases 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9; **NOM-033-SCT4-1996**, Lineamientos para el ingreso de mercancías peligrosas a instalaciones portuarias; **NOM-040-SCT2-1995**, para el transporte de objetos indivisibles de gran peso y/o volumen, peso y dimensiones de las combinaciones vehiculares y de las grúas industriales y su transito por caminos y puentes de jurisdicción federal; **NOM-043-SCT-2000**, documentos de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos; **NOM-045-SCT-1995**, características generales de las unidades de arrastre ferroviario asignado al transporte de materiales y residuos peligrosos; **NOM-051-SCT2-1995**,

especificaciones especiales y adicionales para los envases y embalajes de las sustancias peligrosas de la división 6.2 agentes infecciosos.

## **Normas Oficiales Mexicanas STPS**

**NOM-005-STPS-1998**, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (fecha de actualización 28 de junio de 2007); **NOM-010-STPS-1999**, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporte, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral (Fecha de actualización 28 de junio de 2007); **NOM-017-STPS-2001**, relativa al equipo de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo (Fecha de actualización 28 de junio de 2007); **NOM-018-STPS-2000**, se refiere al sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo (Fecha de actualización 28 de junio de 2007).

En conclusión, puede decirse que las leyes federales, estatales y municipales, los reglamentos y normas así como el cumplimiento de los tratados internacionales, tienen su origen en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. También se percibe que no es suficiente lo establecido en la legislación, sino que es necesario la aplicación de otras estrategias como los sistemas de gestión ambiental, análisis de ciclos de vida de productos y servicios, entre otras, que garanticen el derecho a un medio ambiente saludable. Estas estrategias se describen en el capítulo siguiente.

## CAPÍTULO 4

# GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y DEL ANÁLISIS DE OPERACIÓN APLICABLES EN LAS EMPRESAS MEXICANAS

La política ambiental en la industria de México, como casi en el resto del mundo, se orientó hacia las consecuencias más representativas de la contaminación procedente de la industria, tomándose acciones consideradas como de “emergencia”. El marco regulatorio estaba centrado en el uso de instrumentos normativos (normas) y de regulación directa (permisos o licenciamientos) que consideraban los problemas de contaminación ocasionados por la industria en el agua, suelo y atmósfera. De tal forma que se fueron desarrollando esquemas y mecanismos de regulación ambiental orientados a problemas particulares, como los siguientes (SEMARNAT *et al.*, 2000):

- ✓ La regulación de descargas de aguas residuales con base en el tratamiento primario de los vertidos de todas las industrias.
- ✓ El esquema de emisión de sustancias tóxicas al medio ambiente.
- ✓ Las emisiones atmosféricas de la industria basadas en el comando y control, que se explicaran más adelante.
- ✓ Otros esquemas de atención, particularizando en las actividades de alto riesgo.

Cada uno de estos esquemas de regulación fue desarrollándose de acuerdo a exigencias particulares, a la disponibilidad tecnológica y al costo propio asociado a las medidas, lo cual ocasionó que los diferentes parámetros de regulación avanzaran de manera desordenada. Debido a lo anterior, se fueron estableciendo, a través de Normas Técnicas Ecológicas y después de las Normas Oficiales

Mexicanas, límites máximos de emisión de contaminantes al agua, suelo y a la atmósfera. En la sección 4.1 se explicarán los “mecanismos” de las políticas de regulación directa.

## **4.1 Políticas de Regulación Directa**

A partir de junio de 1997, la entonces llamada Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y el INE, comenzaron a instrumentar el Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG), con un esquema de regulación más eficiente que el anterior, con elementos de coordinación e integración de criterios de múltiples medios y un elemento significativo de simplificación administrativa. El SIRG promueve, además, instrumentos para el fomento de la protección ambiental más allá de límites mínimos de cumplimiento generalmente fijados por la normativa, mediante opciones voluntarias de autorregulación que involucren y estimulen acciones continuas por parte de las empresas hacia una producción industrial cada vez más limpia (SEMARNAT *et al.*, 2000).

Para definir cuáles de las siguientes obligaciones deben de cumplir las empresas, es necesario que analicen su volumen de generación de residuos peligrosos. Por ejemplo, una pequeña industria podría ser un gran generador si desecha más de 10 toneladas de residuos al año (ver clasificación de generadores en el capítulo 2). Además, el manejo integral consiste en realizar esta serie de actividades o acciones a las que se someten los residuos, de manera individual o combinada, siempre y cuando se realicen de manera apropiada, de acuerdo a las características del residuo y particularidades del lugar, para adaptarse a las condiciones y necesidades del sitio, a fin de cumplir con los criterios u objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Es importante mencionar que, a través del manejo integral de los residuos, se busca la prevención de riesgos asociados a ellos, los cuales son proporcionales al volumen de generación de los mismos.

Los micro, pequeños y grandes generadores, estarán sujetas a las siguientes disposiciones:

- ✓ La categoría en la cual se encuentren registrados los generadores de residuos peligrosos se modificará cuando exista reducción o incremento de cantidades generadas de dichos residuos durante dos años consecutivos.
- ✓ En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.
- ✓ Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.
- ✓ Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro y autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente. Cuando se trate del cierre de las instalaciones, los generadores presentarán el aviso señalado como anterior mente se mencionó, proporcionando además la información que establece el artículo 68 del Reglamento de LGPGIR. Por otra parte, los prestadores de servicios relacionados con los residuos peligrosos, deberán cumplir con lo siguiente:

**Las obligaciones administrativas se describen a continuación:**

**Registro ante SEMARNAT** se deberá hacer conforme a lo establecido en el artículo 43 de la LGPGIR.

**Almacén temporal**, para los pequeños y grandes generadores debe de cumplir con lo establecido en el artículo 82 del reglamento de LGPGIR y para los micro generadores lo establecido en artículo 83 del reglamento de LGPGIR.

**Bitácora**la deberán conservar los generadores de residuos peligrosos en la cual se registra de los residuos peligrosos y cantidad generada , proceso en donde se

generaron, ingreso y salida de almacén, actividades de manejo, entre otras. El contenido de la bitácora se disponibles en el tramite SEMARNAT-07-027 A, B y C.

Los microgeneradores no están obligados a llevar una bitácora, ya que en el artículo 478 de la LGPGIR no establece que tengan la obligación de llevarla, sin embargo es necesario que lleven un control de la información que les ayude a llenar el manifiesto de registro de actividades de manejo. Por otra parte los grandes y pequeños generadores, así como los prestadores de servicios deben de conservar sus bitácoras por un periodo de cinco años. Sin embargo este documento no se presneta ante SEMARNAT.

**Manifiesto**este será llenado cuando el establecimiento está integrado a un sistema de recolección de microgeneradores (grupo de migrogeneradores) de lo contrario no se hace el llenado del manifiesto.

Para el caso de los grandes y pequeños generadores, será llenado en el momento en que el generador o poseedor va a entregar sus residuos peligrosos al transportista o los entregue a la empresas prestadora de servicios.

Las políticas de regulación directa están basadas en un sistema de permisos y licenciamientos y en la fijación de límites de emisión de contaminantes y condiciones mínimas de protección ambiental. Esto se considera el sistema tradicional de comando-control; en el que se fijan condiciones máximas permisibles y se verifica el cumplimiento de estos lineamientos y se sanciona en caso de que los límites se rebasen. Dentro de esta clasificación podemos ubicar a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que se consideran la espina dorsal del sistema de licenciamiento mexicano, debido a que establecen periodicidad y mecanismos definidos de reporte (Sus, 2006).

Esquema de licenciamiento e informes (Permisos, Autorizaciones y Reportes)

Se entiende por licenciamiento al otorgamiento de un conjunto de permisos (consideraciones, dictámenes y condicionantes) de tipo ambiental de jurisdicción federal, que un establecimiento industrial o proyecto debe obtener (de manera individual o conjunta) para poder operar dentro de la ley. Este también incluye los medios de verificación y actualización para la recolección de información, como reportes periódicos que acompañan a algunas autorizaciones. Algunos permisos y autorizaciones referentes a este esquema, vigentes a la fecha, son los siguientes:

- ✓ Autorizaciones y dictámenes en materia de emisiones atmosféricas.
- ✓ Autorización en materia de riesgo.
- ✓ Autorización en materia de manejo, generación, tratamiento y transferencia de residuos peligrosos.
- ✓ Programa de prevención de accidentes.
- ✓ Concesión para el aprovechamiento de aguas nacionales.
- ✓ Permiso de vertimiento de aguas residuales a aguas nacionales.

En cuanto a los reportes periódicos se tienen:

- ✓ Reporte de emisiones atmosféricas (a través del formato COA).
- ✓ Reporte de aprovechamiento y descarga de aguas residuales.
- ✓ Reporte semestral sobre manejo, generación, tratamiento y transferencia de residuos peligrosos.

Cada uno de estos requisitos contribuye de manera importante a la gestión y evaluación del manejo ambiental de las empresas que los presenta. Recientemente, la autoridad ambiental ha hecho esfuerzos para simplificar estos instrumentos y aglomerarlos en uno solo, con el fin de minimizar los trámites. Tal es el caso de los reportes periódicos mencionados anteriormente y que muchos de ellos se reducen en un solo formato, la Cédula de Operación Anual (COA), aplicable a los grandes generadores. Esta se relaciona íntimamente con la Licencia Ambiental Única (LAU) y el Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG) que a continuación se explican (SEMARNAT *et al.*, 2000).

## **Cédula de Operación Anual (COA)**

La Cédula de Operación Anual (COA) es el principal instrumento de seguimiento, reporte y recopilación de información para la integración de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC); es presentada durante el primer cuatrimestre de cada año por los establecimientos de jurisdicción federal en materia de atmósfera, los establecimientos generadores de residuos peligrosos, las empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos peligrosos, los establecimientos que descargan aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas o bienes nacionales, así como las fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada por la Secretaría.

A través de la COA éstos establecimientos antes mencionados informan anualmente a la Secretaría sobre sus procesos, emisiones y transferencia de contaminantes ocurridos en el año calendario anterior a su presentación.

Los principales objetivos de la COA son (Sus, 2006):

- ✓ Recopilar información anual multimedios sobre las emisiones y transferencias de contaminantes y sustancias.
- ✓ Facilitar el seguimiento del desempeño ambiental en la operación del establecimiento.
- ✓ Recabar información de apoyo para el sustento de la toma de decisiones en materia de atmósfera, residuos peligrosos y protección ambiental en general, y la formulación de criterios y políticas ambientales.
- ✓ Actualizar la base de datos del RETC con información ambiental anual de los establecimientos de jurisdicción federal.
- ✓ Actualizar el inventario Nacional de Residuos Peligrosos

La Cédula debe ser entregada en el primer cuatrimestre de cada año, de acuerdo al calendario establecido. Debe ser presentada por:

- ✓ Fuentes fijas de jurisdicción federal en atmósfera (segundo párrafo del artículo 111 Bis de la LGEEPA), las industrias: química, petróleo y petroquímica, pinturas y tintas, automotriz, celulosa y papel, metalúrgica, vidrio, generación eléctrica, asbesto, cementera y calera y tratamiento de residuos peligrosos y los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia ambiental única o licencia de funcionamiento otorgada por la SEMARNAT. Únicamente los subsectores establecidos en el artículo 17 bis de la reforma del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004. Artículo 21 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Atmósfera reformado el 03 de junio del 2004.
- ✓ Que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales (artículo 9 del Reglamento de la LGEEPA en materia de RETC).
- ✓ Los grandes generadores de residuos peligrosos, (generación  $\geq 10$  ton de residuos peligrosos al año). Reglamento de la LGPGIR, artículo 72.
- ✓ Los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, quienes realizan actividades de: centros de acopio, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, incineración, tratamiento, tratamiento por inyección profunda, tratamiento de suelos contaminados, instalaciones de disposición final y transporte. Reglamento de la LGPGIR, artículo 72.

La Cédula de Operación Anual permite conocer:

- ✓ La cantidad de contaminantes que se emiten al aire, agua y suelo.
- ✓ La cantidad de contaminantes que se transfieren fuera del establecimiento sea para su tratamiento, reciclaje, reuso, disposición final o incineración.
- ✓ Las actividades de control y prevención de la contaminación y proyección de los volúmenes de contaminación para el siguiente período de reporte.
- ✓ La información de los métodos de tratamiento *in situ*.

La información contenida en la COA permite al sector industrial detectar áreas de oportunidad y establecer acciones de solución a problemas específicos en el proceso productivo y también para la planeación ambiental. Por medio de la COA, la industria podrá analizar la información y definir prioridades en procesos que promuevan el uso de tecnologías limpias que solucionen problemas ambientales específicos.

La COA es considerada como la parte dinámica del licenciamiento y esta puede permitir, en el futuro, detectar operaciones particulares que den pauta a la operación de diferentes operaciones a las ya establecidas en la LAU.

Esto permitirá ampliar el concepto de tecnologías limpias y evaluar, sobre bases firmes y conociendo toda la información ambiental de su establecimiento, la conveniencia de también sustituir materias primas y sustancias peligrosas que disminuyan el deterioro ambiental. La reestructuración o modernización de los procesos permitirá la racionalización y el adecuado uso de agua, energía y combustibles; además de considerar la valorización, la minimización, la reutilización, el reciclado, co-procesamiento, tratamiento, de residuos, antes de llegar a la disposición final.

## **Licencia Ambiental Única**

La Licencia Ambiental Única (LAU) es un instrumento de regulación directa, para establecimientos industriales de jurisdicción federal en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, que establece condiciones para su operación y funcionamiento integral conforme a la legislación ambiental vigente. Permite coordinar, en un solo proceso la evaluación, dictamen y seguimiento de las obligaciones de dichos establecimientos en materia de trámites de impacto ambiental y riesgo, emisiones a la atmósfera, generación y tratamiento de residuos peligrosos que corresponden a la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (SGPA).

Se emite por única vez y en forma definitiva. Deberá renovarse por cambio de giro industrial o de localización del establecimiento, actualizarse por aumento de producción, ampliación de la planta, generación de nuevos residuos peligrosos o cambio de razón social, mediante avisos por escrito a la SEMARNAT y su pago de derechos.

Es obligatorio para los establecimientos citados cuando están por instalarse o iniciar operaciones y en cuanto deben de regularizarse por estar operando sin cumplir con algunos de los trámites ambientales a que están obligados para tal efecto.

La LAU puede solicitarse de manera voluntaria cuando así convenga a los interesados de la empresa, por ejemplo, por requisitos de comercialización o al momento de presentar el Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG)(SEMARNAT, 200).

La LAU es aplicable a los giros industriales contenidos en el Artículo 111 Bis de la LGEEPA; los cuales son:

- ✓ Automotriz
- ✓ Química,
- ✓ Celulosa y papel
- ✓ Asbesto
- ✓ Pinturas y tintas
- ✓ Vidrio,
- ✓ Cemento y cal
- ✓ Generación de energía eléctrica
- ✓ Tratadores de residuos peligrosos,
- ✓ Metalúrgica (incluye siderúrgica),
- ✓ Petróleo
- ✓ Petroquímica.

La LAU es de carácter obligatorio para los giros industriales antes citados al igual que los subsectores que se muestran en el anexo 1, este listado fue elaborado con base en la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos 1999 (CMAP).

La LAU integra (SERMANT, 2006):

- ✓ Impacto ambiental y riesgo.
- ✓ Emisiones Atmosféricas.
- ✓ **Residuos Peligrosos.**
- ✓ Servicios Hidráulicos.

Por otra parte, la Licencia Ambiental Única se emite por única vez y en forma definitiva conforme a la actividad productiva principal y la localización de la industria y/o empresas. Tiene que renovarse por cambio de giro industrial o de localización y debe actualizarse por aumento de la producción, cambios de proceso, ampliación de instalaciones, manifestación de nuevos residuos peligrosos o cambio de razón social. Su seguimiento periódico se hace mediante la Cédula de Operación Anual (COA).

## **Planes de Manejo**

En artículos 27 al 34 de la LGPGIR y en el artículos 16 al 26 del reglamento de esta misma ley, enuncia el Plan de Manejo, su cumplimiento es voluntario y aplica tanto para residuos peligrosos como para residuos de manejo especial tales como residuos agropecuarios, fármacos, aditamentos con contenido de mercurio, cadmio o plomo, plaguicidas y sus envases, residuos domiciliarios, rocas, residuos provenientes de los servicios de salud, entre otros.

La LGPGIR define al Plan de Manejo como un “Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, diseñado bajo

principios de responsabilidad compartida y manejo integral que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de productos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.”

Los objetivos de los planes de manejo, según lo establecido en el artículo 27 de la LGPGIR son los siguientes:

- I. Promover la prevención de la generación y gestión integral de los residuos, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, los procedimientos para su manejo.
- II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan.
- III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares.
- IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique la corresponsabilidad de los distintos sectores involucrados.
- V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo de los residuos ambientalmente adecuado económicamente factible y socialmente aceptable.

Los Planes de Manejo, deberán ser formulados y ejecutados por:

- ✓ Productores, importadores, distribuidores y exportadores de los siguientes productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos: Aceites lubricantes usados, disolventes orgánicos usados, convertidores catalíticos de vehículos automotores, acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo, baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio, lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, aditamentos que

contengan mercurio, cadmio o plomo, fármacos, plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos y compuestos orgánicos persistentes como los bifenilospoliclorados.

- ✓ Todos los grandes generadores de residuos peligrosos, tanto de los listados y de las mezclas de residuos peligrosos con otros, como de los contenidos en la NOM-052- SEMARNAT-2005, así como los generadores que gozando del beneficio de condiciones particulares de manejo aprobadas, requiera incorporarlas al Plan de Manejo, asimismo, los Grandes Generadores de Residuos considerados como Biológico Infecciosos por la NOM- 087- SEMARNAT-2002.
- ✓ Y toda la industria minero-metalúrgica que genere residuos de minado tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos especificados en el artículo 32 del Reglamento de la LGPGIR y de otros residuos que este sector industrial clasifique como residuo de manejo especial.

Por otra parte de acuerdo con lo establecido en el artículo 27 de la LGPGIR, los planes de manejo deberán contener la siguiente información básica:

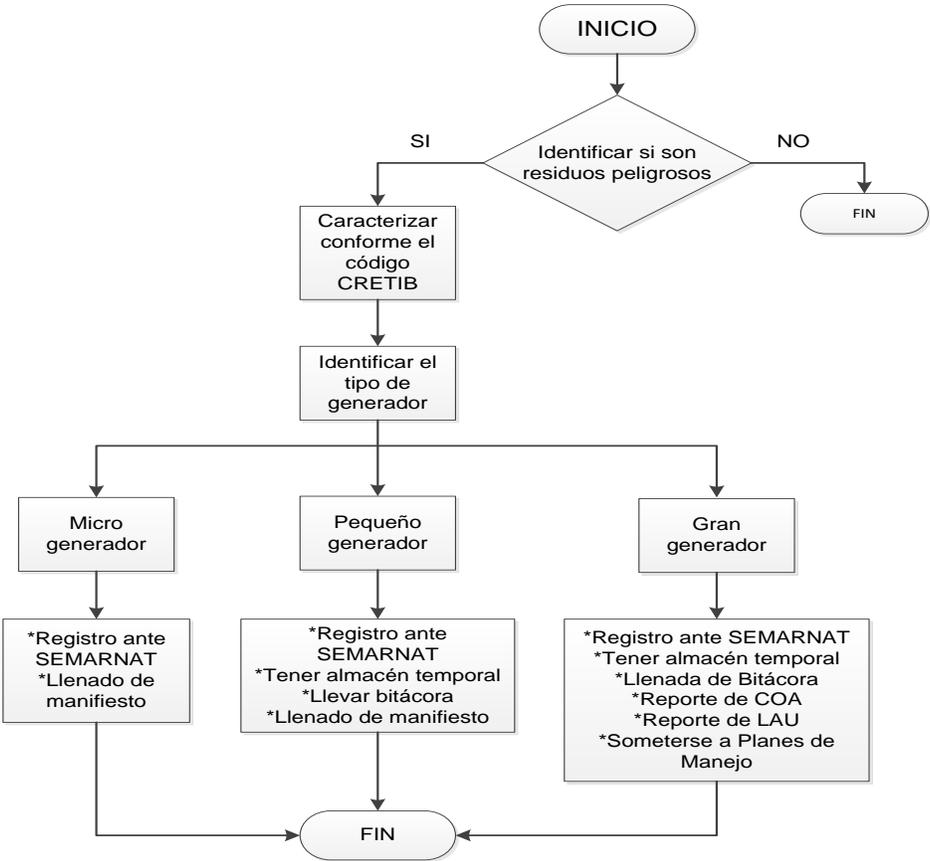
- I. Objetivos específicos que se persiguen con el Plan de Manejo.
- II. Inventario de sus residuos.
- III. Definición de la estructura de manejo, jerarquía y definición de responsabilidades.
- IV. Procedimientos usuales de manejo de residuos y propuesta para mejorar el manejo de los residuos.
- V. Mecanismos de seguimiento y evaluación del Plan y sujetos responsables de la misma.
- VI. Calendario de implantación del Plan.
- VII. Datos de los responsables técnicos de la elaboración de Plan de Manejo.

Al igual que información antes citada los Planes de Manejo deben contemplar actividades tendientes a la minimización en la generación de residuos peligrosos y

la valorización directa (como insumo o materia prima en otros procesos) o indirecta (a través de prestadores de servicio).

Por otra parte, es importante mencionar que para evitar sanciones de las autoridades ambientales, es necesario seguir al pie de la letra las normas establecidas que contemplan los lineamientos en materia de residuos peligrosos. Finalmente, se resume en la Figura 41 el diagrama flujode las obligaciones administrativas de los generadores de residuos peligrosos.

En los siguientes apartados se presenta la definición concreta, así como las obligaciones y trámites requeridos para cada una de las etapas que comprende el manejo integral de residuos.



**Figura 4.1**  
**Diagrama de Obligaciones Administrativas de los Generadores de Residuos Peligrosos**

## **Manejo Integral de los Residuos Peligrosos Establecida por la SEMARNAT**

Considerando el enfoque del manejo integral de los residuos peligrosos, la SEMARNAT ha emitido y publicado las obligaciones y trámites requeridos para cada una de las etapas que comprenden el manejo integral de los residuos peligrosos, del cual el almacenamiento y acopio forman parte. A continuación se desglosan por etapa (SEMARNAT, 2010; 2012).

### Reducción de la fuente y separación

Esta actividad consiste en incrementar la eficiencia de los procesos, productos y servicios a fin de reducir a su mínima expresión, el volumen de residuos peligrosos por generar, lo cual se puede lograr mediante esquemas tales la Producción más Limpia (P+L). Para esta actividad, los generadores y prestadores de servicios no requieren autorización por parte de la SEMARNAT. Sin embargo, la manera más efectiva y económica de manejar residuos es no generarlos, por lo cual para contribuir a disminuir la cantidad de residuos, es recomendable poner en práctica lo siguiente:

- ✓ No mezclar residuos no peligrosos con residuos peligrosos. Cuando se mezcla con un residuo peligroso listado, todo el lote se vuelve peligroso. El mezclar residuos también puede hacer muy difícil, sino imposible, el reciclaje.
- ✓ Los envases o embalajes que contuvieron materiales peligrosos son considerados residuos peligrosos, por lo cual es recomendable que aquéllos sean reutilizados para el mismo fin, con el objetivo de reducir su generación o que se sometan a tratamiento para su reciclaje o disposición final.
- ✓ Cambiar los materiales o los procesos, o ambos. Las empresas pueden ahorrar dinero y aumentar la eficiencia al reemplazar un material o un proceso por otro que produzca menos residuos.

- ✓ Reciclar en el proceso los materiales de fabricación desechados. De manera rutinaria, muchas compañías vuelven a utilizar componente útiles en el proceso de producción en vez de desecharlos. Los artículos tales como aceites, solventes, ácidos, y metales son reciclados y usados de nuevo en el proceso de producción.
- ✓ Almacenar los productos peligrosos y los recipientes de residuos en áreas seguras e inspeccionarlos frecuentemente para asegurarse de que no tienen filtraciones o fugas. Cuando ocurre un derrame o fuga, los materiales que se utilizan para limpiarlos se convierten también en residuos peligrosos.
- ✓ Documentar sus actividades de minimización de residuos o diseñar un plan, en el que se involucre a todos los miembros de la empresa que tienen contacto con los residuos peligrosos para que colaboren en la minimización de residuos.

### Acopio y Almacenamiento

El principal objetivo del acopio y almacenamiento seguro es manejar adecuadamente los residuos peligrosos y minimizar su liberación, evitando ocasionar daños al medio ambiente o a la salud de la población. Los generadores, no requieren autorización para realizar el almacenamiento de sus propios residuos peligrosos.

Los prestadores de servicios a terceros, deberán tramitar ante SEMARNAT (Autorización para el manejo de residuos peligrosos en su modalidad centros de acopio, clave SEMARNAT-07-033-A) la autorización al respecto, para que las instalaciones en donde se reciben, reúnen, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos, funjan como almacenamiento de los mismos.

Cuando las actividades de acopio y almacenamiento se encuentren dentro de un plan de manejo de los residuos peligrosos contenidos en el artículo 31 fracciones I a XI de la LGPGIR, no se requerirá de autorización, ya que estas actividades se realizarán conforme lo establezca el propio plan, de acuerdo al artículo 83 de la LGPGIR; ello, facilita la gestión administrativa para realizar estas actividades.

El almacenamiento debe observar las condiciones a que se refieren los artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR, que resulten aplicables.

El periodo máximo al respecto será de seis (6) meses, el cual es prorrogable una sola vez, por otro periodo igual, lo que hace que el tiempo máximo en total sea de un año. La prórroga puede ser solicitada por el generador, poseedor o el prestador de servicios (Prórrogas a las autorizaciones y almacenamiento de residuos peligrosos, clave SEMARNAT-07-022B). El plazo de almacenamiento correrá a partir de que los residuos sean remitidos al almacén.

Se PROHIBE el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis (6) meses, a fin de evitar la acumulación y posible contaminación del sitio.

El plazo no se interrumpe si el generador o poseedor de los residuos cambia su lugar de almacenamiento o se entrega a un prestador de servicios. En caso de que el prestador de servicios haya recibido los residuos después de otorgada una prórroga, ya no puede solicitar otra prórroga más, porque excedería el plazo total de almacenamiento, lo cual contravendría dicha disposición jurídica.

**Almacenamiento para los micro generadores:** Almacenar en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios.

En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garanticen la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo.

**Almacenamiento para pequeños y grandes generadores:** Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquellos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien con residuos sólidos urbanos o de manejo especial.

Envasar los residuos peligrosos de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el Reglamento de la LGPGIR y en las normas oficiales correspondientes.

Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezca las normas oficiales mexicanas aplicables.

### Transporte

Los generadores y prestadores de servicios deberán realizar el llenado del manifiesto (Manifiesto de registro de actividades de manejo de residuos peligrosos, clave SEMARNAT-07-032). Además, los prestadores de servicios, pequeños y grandes generadores requieren la autorización de la SEMARNAT (autorización para el manejo de residuos peligrosos en la modalidad de transporte, clave SEMARNAT-07-033I). Los microgeneradores pueden llevar sus residuos peligrosos, por sus propios medios, a los centros de acopio autorizados.

Así mismo, tratándose de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos (RPBI) se pueden organizar para implementar sistemas de recolección y transporte. Esta actividad se realiza previa autorización de la SEMARNAT. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador (micro generadores), los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la SEMARNAT. Los servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos deberán de cumplir con lo establecido en el artículo 64 de la LGPGIR, referente a su responsabilidad sobre posibles fugas, derrame o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas. El

procedimiento para llevar a cabo el transporte está establecido en el artículo 86 del reglamento de la LGPGIR.

### Reutilización

Esta actividad es muy importante en el manejo integral de los residuos, pues con ella se contribuye a la valorización de los mismos y se da cumplimiento a uno de los principios de la LGPGIR, al evitar la disposición final de aquellos residuos que son valorizados. La reutilización supone el empleo de un material o residuo previamente usado sin que medien procesos de transformación. Así mismo, puede reutilizar los envases que hayan estado en contacto con materiales y residuos peligrosos, siempre y cuando se utilicen para contener los mismos materiales y residuos u otros que sean compatibles con ellos. Los envases deben de permanecer en buen estado para evitar la liberación al ambiente de los residuos y no se consideran como residuos peligrosos, mientras se estén utilizando. Lo que permite a los generadores la posibilidad de establecer contratos cliente-proveedor en los que se convengan la devolución de los envases que hayan contenido residuos peligrosos para utilizarlos con el mismo fin. En el caso de los envases vacíos que contuvieran plaguicidas, agroquímicos o sus residuos, su manejo se sujetará a los criterios establecidos en los planes de manejo y las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.

Los generadores no requieren autorización para realizar esta actividad, únicamente requieren autorización los prestadores de servicios a terceros (Autorización para el manejo de residuos peligrosos, clave SEMARNAT-07-033-B).

### Reciclaje

El reciclaje es la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permitan restituir su valor económico (valor de uso/cambio) evitando su

disposición final. La restitución debe favorecer el ahorro de energía y materias primas, sin perjuicio para la salud y el medio ambiente.

Para el caso de los generadores, no requieren autorización para reciclar sus propios residuos dentro del mismo predio en el que han sido generados, baste que presenten ante la SEMARNAT, con 30 días de anticipación, un informe técnico (SEMARNAT-07-020) que incluya los procedimientos, métodos, o técnicas que serán utilizados para que la SEMARNAT emita sus observaciones. Sin embargo, se requerirá autorización previa de la SEMARNAT, cuando el proceso de reciclaje propuesto, libere al ambiente, contaminantes que constituyan riesgos para la salud. Los prestadores de servicios si requieren autorización de la SEMARNAT para realizar dichas actividades. (Autorización para el manejo de residuos peligroso, clave SEMARNAT-07-033C).

### Co-procesamiento

El co-procesamiento es una alternativa ambientalmente sostenible y económicamente viable para el tratamiento y valorización de los residuos dados los estrictos parámetros de operación y monitoreo que se realizan durante todo el proceso.

Existen algunas condicionantes para que los residuos o materiales puedan ser co-procesados:

- ✓ No deben poner en riesgo la integridad física de las personas.
- ✓ Deben de ser compatibles con el proceso en el que se utilizarán.

Requerirán autorización de la SEMARNAT (Autorización para el manejo de residuos peligroso, clave SEMARNAT-07-033-C), tanto los generadores como los prestadores de servicios que realicen co-procesamiento de residuos peligrosos.

### Tratamiento biológico, químico, físico o térmico

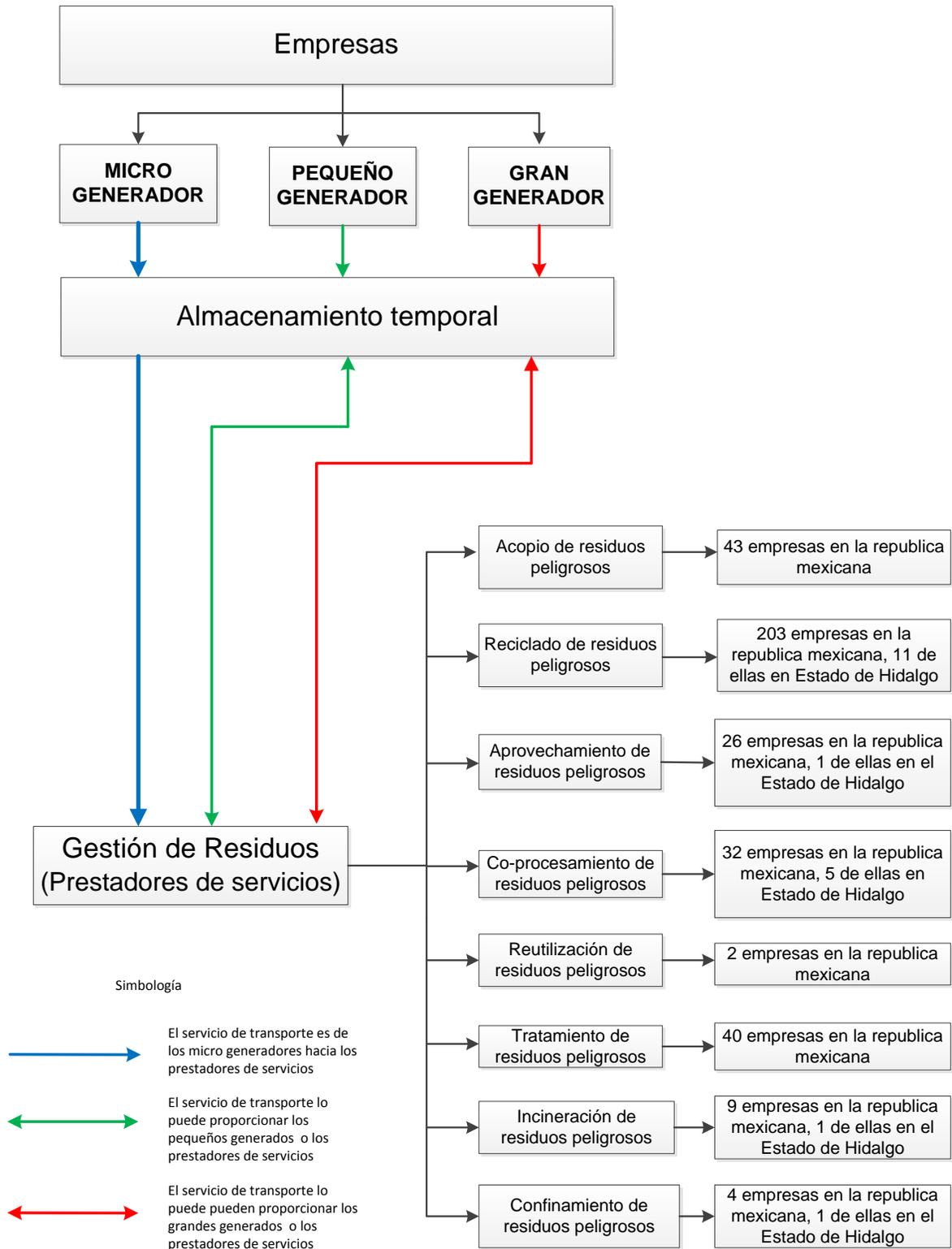
El tratamiento de los residuos peligrosos, por medios físicos, químicos y biológicos, está orientado a neutralizarlos, estabilizarlos y/o reducir su volumen y peligrosidad. Un tratamiento puede cambiar las características de los residuos peligrosos y reducir su volumen o peligrosidad, pero no siempre garantiza que un residuo deje de ser peligroso. Sin embargo en caso de que el tratamiento elimine las características de peligrosidad, el residuo ya no se considerará como peligroso y su manejo y disposición final se realizará como el manejo especial. Los prestadores de servicios y generadores requieren autorización para procesos de tratamiento pero por otra parte los procesos de tratamiento de residuos peligrosos desarrollados en la fuente generadora que no requieren autorización, para que el proceso de tratamiento térmico de esterilización o termólisis (Autorización para el manejo de los residuos peligrosos en su modalidad de tratamiento, clave SEMARNAT-07-033D).

Los microgeneradores de residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad aplicarán las formas de tratamiento que estimen necesarias para neutralizar dichos residuos y disponer de ellos finalmente.

### Disposición Final

La disposición final será la última opción a considerar en el manejo de los residuos peligrosos. Sin embargo, es justificable cuando la valorización o el tratamiento no sean económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuado. Los generadores así como los prestadores de servicio, deberán contar con autorización para disposición final (Autorización para el manejo de residuos peligrosos en la modalidad de disposición final, clave SEMARNAT-07-033-H).

En la Figura 4.2 se muestran las etapas del manejo de los residuos peligrosos considerando la información de empresas autorizadas por SEMARNAT, actualizada hasta el 28 de febrero del 2014 por tipo de servicio.



**Figura 4.2**

**Etapas de Manejo de los Residuos Peligrosos**

Una vez expuesta la jerarquía de la legislación ambiental en materia de residuos peligrosos y analizada la implementación de la legislación, a continuación se describen las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), identificadas en la legislación y su aplicación (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1**  
**Análisis de Fortalezas y Debilidades para la Implementación de la**  
**Legislación Ambiental**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p>*La existencia de dependencias gubernamentales y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) relacionadas con el ambiente.</p> <p>*La existencia de normas y de reglamentos que favorecen la regulación de los residuos peligrosos.</p>	<p>*La existencia de delegaciones estatales como las de SEMARNAT, PROFEPA que se encargan de la regularización de la industria.</p> <p>*La existencia de organismos federales que analizan la problemática de los residuos peligrosos, como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).</p> <p>*La realización de foros donde se concientice a las empresas y a la población en general</p>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>*La nula existencia de leyes municipales de cada una de las entidades federativas que favorezcan la implementación de la legislación federal sobre el manejo de los residuos peligrosos.</p> <p>*Falta de cultura y ética en las empresas.</p> <p>*La falta de apoyo de gobiernos estatales y federal para las empresas generadoras y organismos interesados en la disposición de los residuos peligrosos.</p> <p>*La falta de programas que fomente los sistemas de gestión integral de los residuos.</p> <p>*La falta de personal capacitado y recursos necesarios para el adecuado funcionamiento de las dependencias gubernamentales.</p>	<p>*El incumplimiento de las normas y reglamentos existentes.</p> <p>*La lenta actualización de normas y reglamentos a nivel nacional, estatal y municipal.</p> <p>*La falta de reglamentos y normas más estrictos en cuanto al manejo de los residuos peligrosos.</p> <p>*La inmigración de empresas extranjeras que generan residuos debido a la laxitud de las autoridades ambientales mexicanas</p> <p>*Corrupción en la autorización y vigilancia de obras y empresas que generan residuos peligrosos sin control.</p>

Con base en la Tabla 4.1, se sugiere:

- ✓ Se realice la vinculación del registro en el padrón de contribuyentes, de las empresas que están por iniciar operaciones, con las obligaciones ante Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- ✓ Exigir a todas las empresas generadoras de residuos peligrosos una declaración o carta responsiva, así como un plan de acción para el manejo de estos residuos y un plan emergente en caso de que sus residuos provoquen un accidente ambiental.
- ✓ La revisión de las leyes existentes o las que se promulguen en un futuro, debería de realizarse cada dos años por lo menos, ya que en este periodo de tiempo es posible verificar su funcionamiento. Para la promulgación de nuevas leyes, se sugiere que se emitan en periodo de un año y al siguiente año de implemente en su totalidad y en el año posterior se revise su ejecución y funcionamiento para que de esta manera se efectúen las modificaciones necesarias para una mejor ejecución el siguiente año, tomando como base el ciclo Deming.
- ✓ Para mejorar la eficiencia de la implementación de las leyes, es necesario que las autoridades correspondientes generen un plan de acción que facilite su adopción en las empresas.
- ✓ Las dependencias correspondientes deben de capacitar y contar con el capital humano necesario para que estas, asesoren y vigilen las empresas existentes y nuevas de manera eficiente.
- ✓ La generación de un fondo de financiamiento gubernamental específico para el rubro de residuos peligrosos que permita a las empresas puedan llevar a cabo las acciones necesarias para la disposición de sus residuos.
- ✓ Generación de sanciones que eviten la corrupción por parte de las dependencias que asesoran y vigilan a las empresas que generan residuos peligrosos.

Además de los esquemas obligatorios anteriores a continuación se describen los programas voluntarios por PROFEPA y SEMARNAT.

## 4.2 Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG)

El Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG) tiene como propósito fomentar la capacidad de autorregulación, al favorecer la convergencia entre los intereses privados a favor de la productividad y los intereses públicos a favor de la protección del ambiente, cumpliendo con el ordenamiento legal vigente. Su requisito básico es contar con la LAU. El PVG busca desarrollar la capacidad de gestión ambiental dentro de cada establecimiento industrial que forme parte del sistema de administración total del mismo. Su propósito es lograr una protección integral, continua y creciente del ambiente, privilegiando la prevención de la contaminación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en todas las etapas de la cadena productiva y comercial, así como la incorporación de tecnologías de proceso antes que el uso de equipo de control. El PVG busca adecuarse a las condiciones particulares de cada establecimiento, al proporcionar opciones diferenciadas que puedan apoyarse, a conveniencia del interesado (INECC, 2007).

Ejemplo de los instrumentos voluntarios son, los convenios de concertación entre la industria y la autoridad, las normas voluntarias, la auditoría ambiental y la autorregulación por parte de la industria. Estos programas obedecen al reconocimiento de que el nivel de protección que asegura la regulación ambiental tradicional no puede ser mejorado sin que se incurra en costos económicos, sociales y políticos excesivos. Este concepto, busca fomentar acciones voluntarias para incrementar el nivel de protección ambiental, bajo el supuesto de que dichas acciones, en el mediano y largo plazo, serán rentables para las empresas que las realizan, como se ha visto en gran parte de las empresas en las que se han realizado auditorías ambientales.

Destacan entre los instrumentos voluntarios aplicados en nuestro país el Programa de Auditorías Ambientales, los esquemas de autorregulación industrial, las normas voluntarias y algunas iniciativas de la propia industria que en lo general

no se contraponen sino que pueden ser encauzadas mediante instrumentos de política. En el siguiente apartado se presenta el desarrollo del Programa Nacional de Auditoría Ambiental (SEMARNAT *et al.*, 2000).

### **Programa Nacional de Auditoría Ambiental**

El Programa Nacional de Auditoría Ambiental se creó en un inicio, para regular las actividades Altamente Riesgosas, esto derivado de una serie de explosiones ocurridas en la ciudad de Guadalajara en 1992, indujo a la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Dentro de las atribuciones sustantivas de la PROFEPA se tiene la vigilancia del cumplimiento de la ley para la protección ambiental, mediante dos mecanismos básicos: la verificación normativa y la auditoría ambiental. La instrumentación del Programa Nacional de Auditoría Ambiental, originalmente fue diseñado para el sector industrial y, actualmente, está siendo aplicado al sector de micro, pequeña y mediana industria, actividades municipales y otros sectores no industriales con gran éxito (PROFEPA, 2011).

El Programa Nacional de Auditoría Ambiental consiste en la revisión exhaustiva de instalaciones, procesos, almacenamientos, transporte, seguridad y riesgo de los establecimientos industriales, entre otros aspectos. A partir de los resultados de dichas revisiones, las empresas asumen compromisos plasmados en planes de acción que definen, en plazos determinados, las obras, administraciones y acciones necesarias, estén normadas o no, para garantizar el óptimo desempeño ambiental de la industria, tales como la identificación, evaluación y control de riesgo e impacto ambiental derivados de las actividades productivas (PROFEPA, 2006). Una vez acordado un plan de acción con las autoridades, la empresa adquiere el compromiso de cumplirlo.

## Metodología del Programa

El Programa Nacional de Auditoría ambiental de la PROFEPA, está diseñado para aplicarse tanto como en instalaciones industriales como no industriales, y contempla términos de referencia para cada una de ellas que podrán ser adaptados dependiendo del alcance y la instalación a ser auditada. En general, la metodología para realizar Auditorías Ambientales consiste en (Reglamento de LGEEPA en materia de autorregulación y auditorías ambientales, 2010):

**Planeación:** la empresa auditada escoge al auditor acreditado. La empresa y el auditor definen el plan de auditoría para instalaciones y actividades a auditar.

**Ejecución:** se llevan a cabo las actividades de auditoría (por el equipo auditor). Se elabora un reporte de Auditoría Ambiental con los trabajos realizados, diagnóstico, informe y anexos correspondientes.

**Elaboración del Informe:** la empresa presenta el plan de acción con las actividades preventivas y correctivas jerarquizadas.

El plan de Acción contendrá acciones específicas que se realizaran para subsanar las no conformidades señaladas en el Informe de Auditoría Ambiental; las que se establecen mediante:

- a) Medidas preventivas, que son aquellas que se aplican a equipos, actividades, procesos programa, procedimientos, prácticas, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de una empresa con el objetivo de reducir desde la fuente o evitar la generación de contaminantes, reducir riesgos, prevenir contingencias ambientales y evitar el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales, y
- b) Medidas correctivas, que son las que se aplican a los equipos, actividades, procesos, programas, procedimientos, prácticas, vehículos o sistemas de cualquier naturaleza de la empresa, el objetivo de controlar la contaminación ambiental o de restaurar, recuperar, remediar, compensar, o minimizar los daños causados al ambiente.

LA PROFEPA revisará el plan de acción, verificara la congruencia y consistencia entre el contenido de éste y el Informe de Auditoría Ambiental, si la Procuraduría no formula prevenciones, se entenderá que el Plan de Acción puede ejecutarse en los términos propuestos, a partir de ese momento la empresa desea formalizar su Plan de Acción a través de un convenio de concertación. Según el convenio, la empresa auditada reporta a la PROFEPA los avances.

Como resultado de la aplicación y el involucramiento en el Programa de Nacional de Auditoría, y en atención a la actividad que desarrollen las empresas el certificado que expida la PROFEPA tendrá las siguientes modalidades (Reglamento de LGEEPA en materia de autorregulación y auditorías ambientales, 2010):

- ✓ Industrial Limpia: para obras y actividades del sector industrial
- ✓ Calidad ambiental turística: para actividades y servicios del sector turístico
- ✓ Calidad ambiental: para aquellas actividades no contempladas en las anteriores.

Este certificado tendrá una vigencia de dos años contados a partir de su notificación.

Por otra parte la empresa sólo podrá utilizar el sello del certificado cuando cuente con su certificado vigente, y el uso del mismo se realizará conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás legislación

Por otra parte, el procedimiento legal para ingresar al Programa Nacional de Auditoría Ambiental, su realización y posterior firma de compromisos se encuentra detallado en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Auditoría Ambiental. Allí se establecen los periodos del tiempo de los que las empresas y las autoridades ambientales disponen.

Existen otros sistemas de Gestión creados por instancias no gubernamentales en los cuales las empresas se pueden someter voluntariamente, su funcionamiento se describirá a continuación.

### **4.3 Sistemas de Gestión Ambiental**

Todos los sistemas de gestión se construyen sobre la base del mejoramiento continuo. Su estructura se considera como una revisión constante en busca de nuevas alternativas y, sobre todo la raíz de los problemas.

Conforme avanza la maduración de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), la organización no se centrará tanto en qué pasa, sino, en que por qué esas cosas pasan. La revisión continua acompañada de acciones para la mejora es la base del ciclo de mejora continua o PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar o Plan, Do, Check, Act en Inglés), modelo que fue desarrollado por Shewart y perfeccionada por Deming, este último en 1950 presentó en Japón una “reacción en cadena de la calidad, el costo, y la productividad” con la cual sostenía que la calidad tenía un costo. En este mismo año Deming presentó una perspectiva sistémica de la producción, en la cual se destaca la mejora continua. La cual fue promovida en Japón y Estados Unidos.

Las etapas del ciclo de mejora continua o PHVA consiste en:

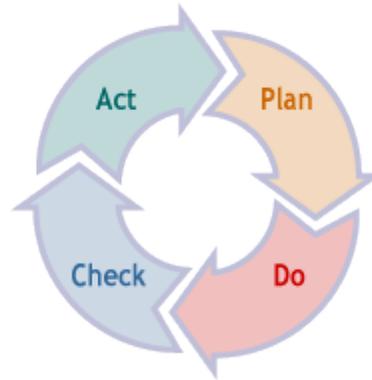
**Plan (Planear):** planeación del sistema, incluye la identificación de los aspectos ambientales y el establecimiento de metas y objetivos.

**Do (Hacer):** acción del sistema, incluye la implementación, el entrenamiento y el control operacional.

**Check (Verificar):** verificación y monitoreo de los programas del plan, incluye también las acciones correctivas.

**Act (Actuar):** Revisión y ejecución de las acciones necesarias para mejoramiento del Sistema.

Los esquemas del ciclo de mejora continua tienen diferentes formas de representación, una de ellas es el esquema cíclico que expresa una revisión constante y un proceso continuo y sin fin, como se muestra en la Figura 4.3.



**Figura 4.3**  
**Ciclo de Mejora Continúa**(EPA, 2013)

### **Beneficios y costos de la implantación de un SGA**

Se pueden encontrar listados más o menos consistentes en cuanto a los beneficios de la implementación de SGA, todos estos listados están basados en la estrategia “win-win” (gana-gana). Según el programa de Sistemas de Manejo ambiental de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA, 2013) algunos de los beneficios que se pueden obtener de la implantación de un SGA son los siguientes:

#### **Beneficios**

- ✓ Mejoramiento del desempeño ambiental.
- ✓ Incentiva el cumplimiento de la legislación.
- ✓ Prevención de la contaminación y conservación de recursos.
- ✓ Reducción y mitigación de riesgos.
- ✓ Captura de nuevos clientes y mercados (o per lo menos mantener el acceso a los mercados actuales y a los clientes existentes).

- ✓ Incremente en la eficiencia de la compañía.
- ✓ Reducción de costos.
- ✓ Mejora la imagen corporativa con el público, la autoridad e inversionistas en general con los actores interesados.
- ✓ Alcanza, y si es posible, mejora la capacidad de “conciencia” de los empleados sobre sus aspectos ambientales y sus responsabilidades correspondientes al proceso.
- ✓ Aumento de la competitividad frente a otras empresas no certificadas.
- ✓ Aumento y cultivo del sentido de pertenencia y participación de los empleados en las operaciones de la empresa.

### **Costo**

El desarrollo e implementación de un SGA también tiene asociados algunos costos tales como:

- ✓ Inversión en recursos internos incluyendo horas hombre de los empleados.
- ✓ Costos de entrenamiento y capacitación del personal.
- ✓ Costos asociados con la concentración de los consultores si se necesita.
- ✓ Costos por recursos técnicos para el análisis y tratamiento de los impactos ambientales y la implementación de las opciones propuestas.

Los instrumentos voluntarios han demostrado una mayor efectividad en el logro de los objetivos ambientales así como impactar en los costos y eficiencia de los procesos, a diferencia de la regulación obligatoria que sólo se concentra en las emisiones de contaminantes al ambiente.

Con la finalidad de analizar teóricamente cómo debe ser el análisis de operación y la gestión de los residuos en la industria se tomará como base el ciclo de vida de los productos, paralelamente al ciclo de vida de los residuos, como se expone en los apartados subsecuentes.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA), es un instrumento voluntario y que no forma parte de la política pública ambiental, que permite a las empresas crecer por lo que cada vez hay más empresas. Cabe destacar que si bien los sistemas de gestión ambiental son elección de cada empresa, la generación de condiciones para que se instalen y para incidir en el tipo de objetivos que los sistemas busquen, es una responsabilidad pública.

La primera norma sobre sistemas de gestión ambiental, fue desarrollada por la British Standard Institution (BSI) en el Reino Unido, la Norma BS 7750 "Specification for environmental management systems" fue publicada con carácter experimental en 1992. La norma BS 7750 surgió como consecuencia de un reconocimiento cada vez mayor del paralelismo entre la gestión de la calidad y la del medio ambiente. Por lo anterior la Confederación de la Industria Británica solicitó a la BSI la creación de una norma que facilitara a sus miembros la estructuración de su gestión ambiental, a la par con la gestión de la calidad. Al poco tiempo de ser aprobada de manera experimental, se puso en vigencia un programa piloto de implantación del SGA, en el cual participaron 230 organizaciones.

La versión definitiva de la BS 7750 se publicó en 1994, en consecuencia de la revisión a la que fue sometida la versión de 1992, incorporando los cambios derivados del plan piloto. Esta norma ha sido la base de todas las posteriores. Normas nacionales equivalentes a la británica fueron desarrolladas posteriormente en algunos países europeos como Irlanda (IS 310), Francia (NFX30-200) y España (UNE 77 801 94), mientras que otros países como Holanda, Dinamarca, Finlandia, Australia, etc. acordaron la utilización de la norma Británica a la espera de la aparición de una norma internacional.

En el ámbito internacional, en 1991, el Grupo Asesor de Estrategias Medioambientales (SAGE) de la Organización Internacional de Estándares (ISO) puso en marcha una serie de iniciativas para regular la gestión ambiental. En

1993, ISO creó el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207), encargado precisamente de la normalización de ciertos aspectos ambientales (etiquetas ecológicas, auditorías medioambientales, análisis del ciclo de vida, sistemas de gestión ambiental, etc.) y en octubre de 1996, ISO aprobó una norma internacional sobre SGA, la Norma ISO 14001:1996, Sistemas de Gestión Ambiental.

Como todas las Normas ISO, la 14001 es de carácter voluntario (excepto si algún sector industrial las convierte en un requisito comercial o si alguna administración las exige por ley), lo cual significa que las organizaciones que ponen en práctica la Norma ISO 14001 lo hacen porque confían en las ventajas reales que ésta puede aportar, pues proporciona a las organizaciones un marco para establecer una gestión ambiental consistente y fiable, y es evidente que el SGA es un elemento de mejora, de competitividad y de participación. En este sentido, la Norma ISO 14001 descrita a continuación, surge como una respuesta a una demanda del mercado, de ahí su rápida difusión y la buena acogida que ha tenido por parte de las empresas (Bustos, 2001).

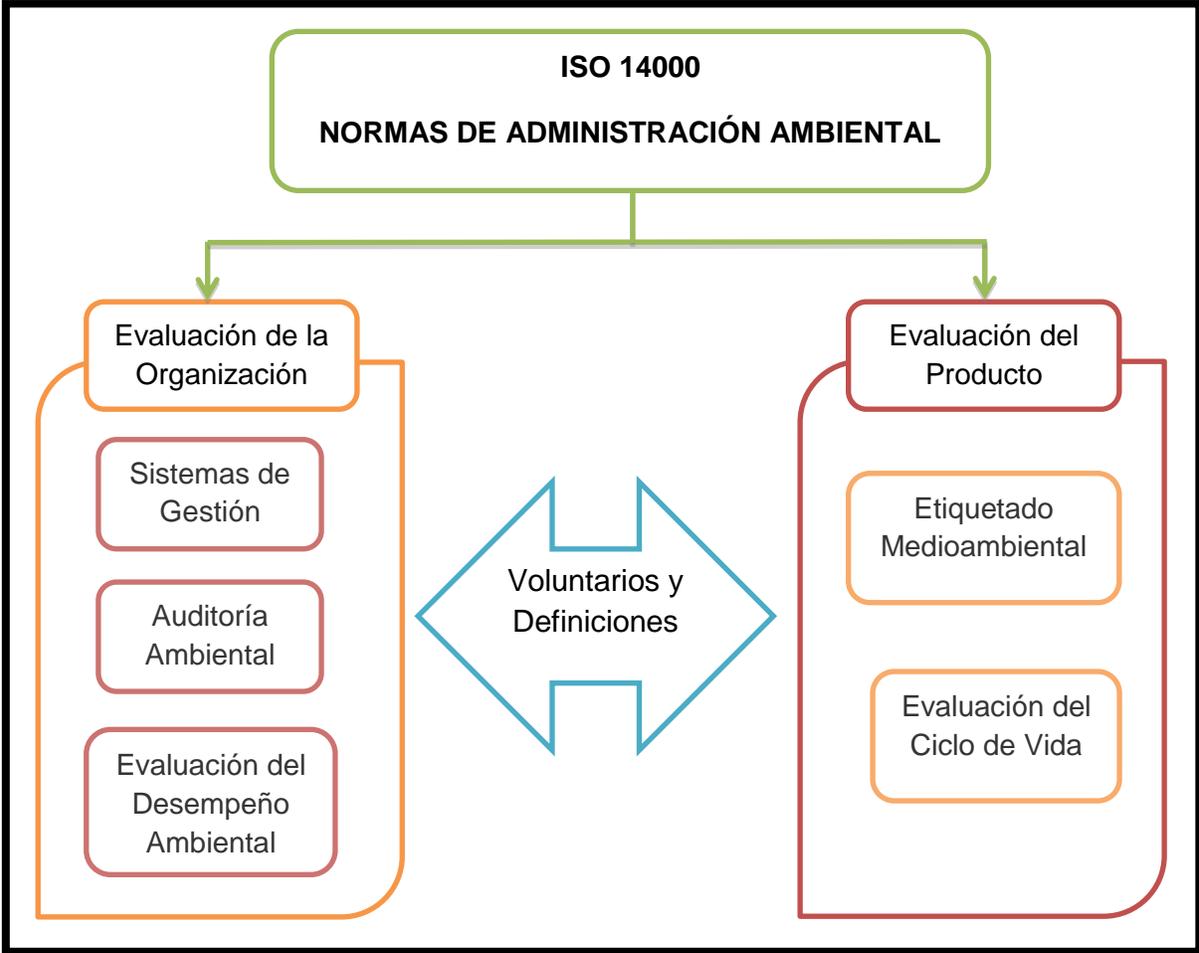
## **ISO 14000**

Con base en los principios que definen para la elaboración de las normas ISO 14000, se puede decir entonces que la serie de normas 14000 es un conjunto de normas voluntarias, las cuales no tienen obligación legal, no establecen metas cuantitativas en cuanto a niveles de emisiones o métodos específicos que midan dichos niveles y basados en la auditoría de los sistemas de gestión medioambiental; las normas se centran en la organización y proveen los procedimientos, requisitos y pautas para que la organización pueda implantar y mantener un sistema de gestión ambiental.

La serie de normas cuenta con dos documentos básicos: la norma ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos orientados para su uso y la norma ISO 14004, Sistemas de Gestión Ambiental, Directrices generales sobre principios,

sistemas y técnicas de apoyo. Los demás documentos de la serie ISO 14000, son herramientas de apoyo a los sistemas de gestión ambiental orientados a facilitar la evaluación de la organización, como las normas de auditoría y evaluación del desempeño ambiental; y el análisis y evaluación del producto como las normas del análisis del ciclo de vida y etiquetado ecológico. Al respecto en la figura 4.4 se hace una distinción de las normas que evaluará la organización y las que evalúan al producto (Méndez, 2009).

**Figura 4.4**  
**División de la ISO 14000** (Cascio&Woodside, 1997)



Las normas que componen la serie 14000 se muestran en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2**  
**Normas que Forman la Familia ISO 14000**(Méndez, 2009)

<b>SERIE DE NORMAS ISO 14000</b>	
Sistemas de Gestión Ambiental	<b>ISO 14001</b> sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. <b>ISO 14004</b> sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
Auditoría Ambiental	<b>ISO 14010</b> principios generales de auditoría ambiental. <b>ISO 14011</b> directrices y procedimientos para las auditorías. <b>ISO 14012</b> guías de consulta para la protección ambiental. Criterios de calificación para los auditores ambientales.
Etiquetado Medioambiental	<b>ISO 14020</b> etiquetas y declaraciones ambientales. Principios generales. <b>ISO 14021</b> etiquetas y declaraciones ambientales. Autodeclaraciones ambientales (Etiquetado Ambiental Tipo II).
Evaluación del Desempeño Ambiental	<b>ISO 14031</b> gestión ambiental. Evaluación del desempeño ambiental. Directrices.
Evaluación del Ciclo de Vida	<b>ISO 14040</b> gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. <b>ISO 14041</b> gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo, alcance y análisis de inventario. <b>ISO 14042</b> gestión ambiental. Análisis del ciclo vida. Evaluación de impacto de ciclo de vida. <b>ISO 14043</b> gestión ambiental. Resultados del análisis del ciclo de vida.
Terminologías y Definiciones	<b>ISO 14050</b> gestión ambiental. Vocabulario.

Por otra parte, se trabaja en el desarrollo de las normas mismas y de su homologación como Normas Mexicanas, un ejemplo de ellos es la NMXSAA-001 que es equivalente a la ISO 14001.

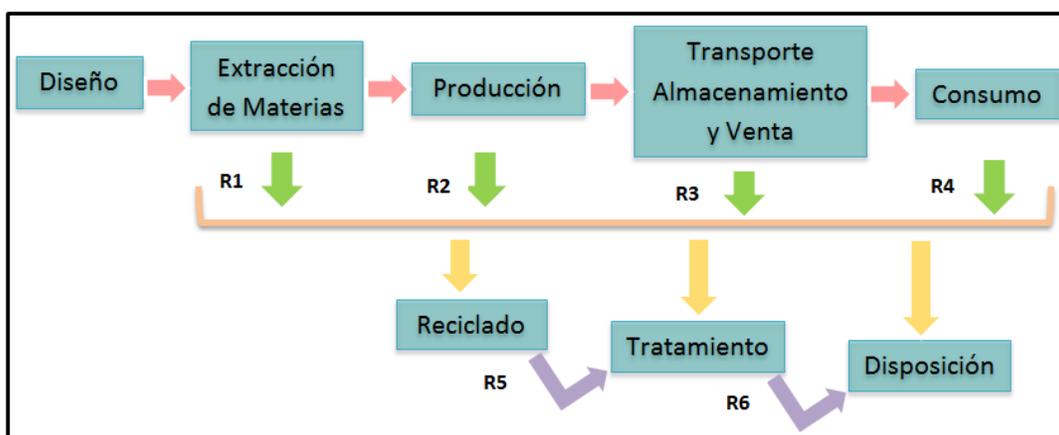
#### **4.4Ciclo de Vida de Productos y Residuos**

Los sistemas naturales que operan en los ecosistemas, lo hacen en forma cíclica, así por ejemplo, los especialistas han determinado las regulaciones inherentes a los ciclos del agua, el carbono, el nitrógeno y el relacionado con grandes cadenas de alimentación basadas en las relaciones tróficas que se establecen entre los

organismos, evidenciándose la estrecha dependencia entre productores, consumidores y descomponedores, en la que cada uno de ellos juega un rol protagónico.

De igual forma ocurre en la sociedad, ya que el desarrollo social es comparado con una espiral ascendente, en la que cada etapa es cualitativamente superior a la anterior, llevando al incremento en los niveles de la producción material y la calidad de vida, pero inevitablemente, a estos procesos se suma el aumento en los volúmenes de residuos peligrosos que se generan en la sociedad, cuyos parámetros de cantidad, también presentan variaciones cíclicas.

Los conceptos de ciclos de vida de productos y residuos deberán ser la base para el desarrollo de un modelo conceptual que permita abordar en forma sostenible y eficaz un sistema en la gestión de residuos. El análisis del ciclo de vida de los productos contempla todas las etapas, desde la extracción para la adquisición de las materias primas, hasta el descarte del producto cuando ya no sirve para el fin por el que fue adquirido, que dejó de satisfacer las necesidades de su propietario. En la Figura 4.5 y en la Tabla 4.3 se muestran el ciclo de vida de un producto indicando la generación de residuos en cada una de las etapas (Martínez *et al.*, 2005).



**Figura 4.5**  
**Ciclo de Vida de un Producto** (Martínez *et al.*, 2005)

**Tabla 4.3**  
**Ciclo de Vida de un Producto**(Martínez *et al.*, 2005)

<b>Etapas</b>		<b>Generación de Residuos</b>
<b>Producto</b>	<b>Extracción de materias primarias</b>	R1: Desechos, insumos descartados, residuos del tratamiento de emisiones, residuos varios.
	<b>Producción</b>	R2: Productos fuera de especificación, envases vacíos, derrames, insumos descartados, residuos del tratamiento de emisiones, residuos varios.
	<b>Transporte, almacenamiento, venta</b>	R3: Residuos generados en accidentes, derrames, productos alterados y vencidos.
<b>Residuo</b>	<b>Consumo</b>	R4: Envases, insumos agotados, productos desechados luego de su uso.
	<b>Reciclado</b>	R5: Residuos derivados del reciclado.
	<b>Tratamiento</b>	R6: Residuos derivados del tratamiento.
	<b>Disposición final</b>	

El estudio del ciclo de vida de los productos permite observar que en todas las etapas se producen residuos y que cada una de esas etapas se convierte en una oportunidad o un desafío para reducir el impacto que genera dicho producto. Esta concepción permite tener una visión sistémica a efectos de adoptar medidas en la etapa de mayor eficacia para la disminución de los impactos ambientales y además prevenir el desplazamiento innecesario de cargas ambientales hacia las etapas finales.

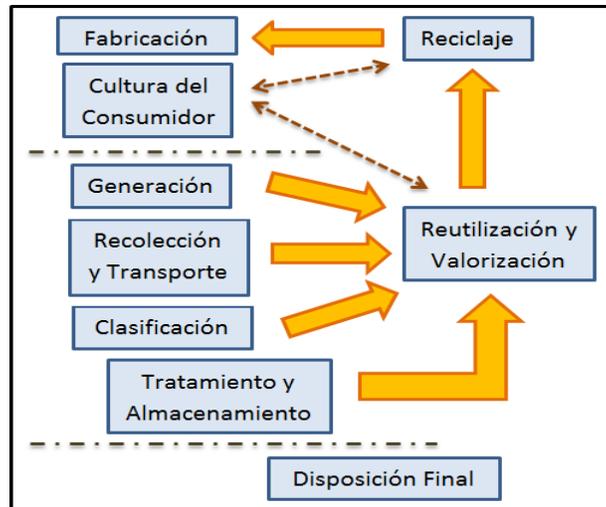
Las fuentes de residuos pueden agruparse genéricamente en tres bloques principales, atendiendo a las causas que determinan su aparición a lo largo de la cadena de producción y consumo:

- ✓ Residuos generados en los procesos de transformación, como consecuencia de ineficiencias en el uso de las materias primas y de la energía, así como de la propia complejidad de gran parte de las materias primas y energéticas en cuanto a su constitución. La industria química y de procesos en general ofrece numerosos ejemplos de esta causa de generación de residuos. Subsectores como los de fabricación de polímeros, pesticidas, productos farmacéuticos,

pigmentos, etc. producen una gama diversa de residuos peligrosos en cantidades importantes.

- ✓ Productos que una vez cumplido su ciclo de vida útil son desechados o destinados al abandono. Una amplia gama de ellos, por su naturaleza y constitución, se consideran residuos peligrosos. Ejemplos representativos de ellos son los agentes de limpieza, baterías y aceites lubricantes usados.
- ✓ Residuos originados en operaciones de tratamientos de residuos. En numerosos procesos de descontaminación los componentes peligrosos no se destruyen, si no que experimentan transformaciones parciales o se transfieren de una fase a otra, con lo que se originan nuevos residuos que a su vez requieren algún tipo de gestión. Ejemplos de residuos peligrosos generados por esta vía son los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales industriales contaminadas con metales pesados o los producidos en los lavaderos utilizados para la limpieza de los gases en plantas de incineración de residuos.

Por otra parte, al analizar el ciclo de los residuos desde el punto de vista social; este se vuelve un poco más amplio, ya que comienza desde la producción de los bienes, incluyendo los materiales para envases y embalajes, los que posteriormente se convertirán en residuos. Se debe tomar en consideración además la cultura del consumidor, ya que es él quien decide en qué momento se deshace del producto o lo desecha. Este ciclo consta de nueve etapas como se muestra en la Figura 4.6, (Martínez, J et al., 2005).



**Figura 4.6**

**Ciclo de Vida de Nueve Fases de los Residuos Desde el Punto de Vista Social (Martínez *et al.*, 2005)**

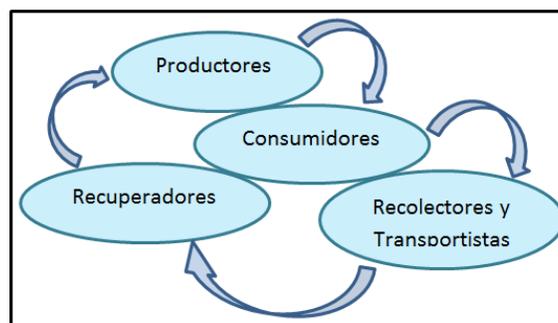
Es importante destacar en este ciclo a:

**Los productores:** Son los responsables de la elaboración del producto nuevo o recuperado y de ponerlo a disposición de los consumidores.

**Los consumidores:** Quienes, voluntariamente, deciden hacer uso del producto por el tiempo que estimen necesario y luego desecharlo.

**Los recolectores y transportistas:** Son el personal autorizado y debidamente capacitado para la recolección y transportación de los residuos.

**Los recuperadores:** Son los que con variada dificultad, extraen de los desechos aquella porción reutilizable de estos y la ponen nuevamente a la disposición del primer actor (Figura 4.7) (Martínez *et al.*, 2005).



**Figura 4.7**

**Principales Actores en el Ciclo de Vida de los Residuos (Martínez *et al.*, 2005)**

Por otra parte, cabe mencionar que el manejo de los residuos, comprende la reducción en la fuente, la separación, la reutilización, el reciclaje, el co-procesamiento, el tratamiento biológico, químico, físico o térmico, el acopio o almacenamiento, el transporte y la disposición final de los mismos, realizadas individualmente o combinadas de manera apropiada, adaptándose a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

#### **4.6 Ventajasy Limitacionesparala Implementación de un SGA**

Este trabajo de investigación tiene como propósito identificar y describir la situación actual de la legislación sobre los residuos peligrosos.

Sobre todo se, pretendió distinguir las herramientas existentes para combatir la contaminación desde el mismo proceso de producción. A continuación, se discuten las principales ventajas y limitaciones o dificultades que algunas de las herramientas presentan para la adecuada gestión ambiental y su implementación.

La LAU, tiene como ventaja más importante, que es un mecanismo integrado del proceso administrativo que facilita a la industria reportar todas sus emisiones en un solo documento. De este modo, recibe la autorización o rechazo en una sola licencia en lugar de en dictámenes individuales como ocurría antes de su implementación. Desafortunadamente, las industrias han tenido una baja adopción de la licencia, ya que operan sin dar de alta ante las autoridades la apertura de la nueva planta industrial.

Una de las principales ventajas de la implantación de un SGA es que puede ayudar a las empresas a proporcionar confianza a todas las partes involucradas de la misma; ya que por medio del SGA existe un compromiso de la gerencia para satisfacer las disposiciones de la normatividad al igual que los objetivos y metas de la empresa.

Las organizaciones en las cuales se implante un SGA contarán con lineamientos que les permitan equilibrar e integrar los intereses económicos y ambientales y de esta manera obtener ventajas competitivas significativas que se traducen en beneficios económicos para las mismas empresas. Cabe señalar que un SGA es adaptable a cualquier tipo de empresa ya que en su implementación se toman en cuenta factores como el giro de la organización, el entorno de las actividades en las cuales se lleva a cabo los procesos, las limitantes en los recursos humanos, capitales, de disponibilidad de materias primas con las que cuenta la empresa.

Por otra parte, es importante mencionar que muchos de los impactos ambientales ocasionados por las empresas en el medio ambiente se manifiestan, en primera instancia, en el interior de la propia industria, generando en ocasiones, graves situaciones de riesgo para la salud de los trabajadores. Esto sucede cuando se incorporan sustancias peligrosas en los procesos, o cuando se manipulan al almacenarse ya que pueden presentarse riesgos de explosión o liberación de gases o vapores o polvos que emanan de ellas. Aunque las organizaciones han abarcado la prevención de estos tipos de exposición desde el punto de vista de la higiene y la seguridad laboral, están íntimamente relacionados con el impacto ambiental.

Otra de las ventajas de los SGA es que las empresas obtienen la certificación de “Industria Limpia”. Junto con ella, beneficios económicos palpables, al igual que permite ahorros importantes a través de la minimización de la generación de los residuos peligrosos y de otro tipo de residuos; ya que se disminuyen los costos de disposición y los riesgos a la salud laboral. De esta forma, se reducen la frecuencia y severidad de los posibles accidentes, con lo que disminuyen las horas-hombre perdidas y los daños a las instalaciones y a las propiedades de terceros.

También con la certificación de “Industria Limpia” se mejora la imagen de la empresa, ante los consumidores de sus productos y hacia el público en general, además de que aumenta su proyección en el mercado de la exportación.

Al implementarse la certificación de “Industria Limpia”, las empresas y/o industrias detectan problemas potenciales en los procesos de transformación y, a su vez, proponen la forma de resolver las irregularidades detectadas y, en consecuencia, se mantienen libres de las inspecciones y sanciones por no cumplimiento de la normatividad.

Una vez que las empresas obtienen la certificación de “Industria Limpia” las visitas de inspección oficiales suelen ser más estrictas y están expuestas a la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento a la legislación ambiental.

La autoridad puede establecer condiciones en las que deben resolverse las irregularidades de la empresa para evitar sanciones cada vez mayores e incluso, el cierre por incumplimiento de la normatividad ya que si esto último sucediera a la empresa le costaría mucho tiempo y dinero.

Por otra parte la Auditoría Ambiental tiene como ventajas el aumento de la credibilidad externa, sobre todo ante los clientes, socios y las mismas fuentes de financiamiento de las empresas. Las empresas en las cuales se lleva a cabo la auditoría ambiental establecen criterios de carácter urgente para el control de la contaminación ya que de igual manera detectan y corrigen inmediatamente malos hábitos, optimizan los presupuestos asignados para los problemas ambientales al igual que ahorran en los costos de producción, reducen la generación de residuos, previenen consecuencias graves para el medio ambiente y en caso de grandes accidentes se facilita la toma de decisiones para la mitigación de los mismos; todo esto da como resultado el fiel cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Es importante señalar que la parte de la auditoría que hace referencia a aspectos operativos que no se encuentran normados por las normas oficiales mexicanas es, por lo general, una percepción con un mayor grado de parcialidad por parte del auditor o del auditado.

El cumplimiento de la ley se traduce en beneficios económicos al prevenir que las empresas sean acreedoras a multas, cierres y demás sanciones que representan una pérdida económica, además de la reducción sistemática de las situaciones

que generan riesgos, ahorros de primas de seguro y aportaciones al seguro social. En caso contrario el incumplimiento a la ley puede ser fuente de fuertes gastos sin retorno para las empresas.

En resumen, los instrumentos de SGA apoyan de manera directa o indirecta los procesos que hay en las organizaciones que los implementan y, de esta manera, se hace una mejor asignación de los recursos (humanos, económicos, materiales, etc.), logrando un impacto positivo en los consumidores, proveedores y competidores, no solo dentro del país sino fuera de él; pero sobre todo, en la preservación del medio ambiente.

## **CAPÍTULO 5**

# **MEDIDAS ADICIONALES PARA LA PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL**

La imagen y la eficiencia de una empresa y de sus productos y servicios pueden superarse a través de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental; además de ser una ventaja competitiva frente a otras empresas en el mercado no solo nacional si no también internacional. Esto implica llevar a cabo una serie de cambios en los procesos, procedimientos, estructuras e interacciones con el medio ambiente. En las siguientes secciones, se señalan una serie de propuestas para impulsar, facilitar y simplificar el desarrollo de los SGA, tanto desde el punto de vista industrial como gubernamental y social.

Debido a que la implementación de un sistema de Gestión Ambiental certificado puede ser muy costoso para las empresas, a continuación se presentan una serie de medidas que pueden incorporarse en las empresas para reducir el volumen y/o peligrosidad de los residuos que generan (incluir referencia):

### **5.1 Sistema de Gestión Energética (SGE)**

Es parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía (desempeño energético).

Es un sistema paralelo a otros modelos de gestión (ISO, 14001 entre otros), para la mejora continua en el empleo de la energía y los costos financieros asociados,

la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales así como el fomento de las energías alternativas y las renovables.

La norma ISO 50001 establece los requisitos que debe poseer un SGE, con el fin de realizar mejoras continuas y sistémicas del rendimiento energético de las organizaciones.

El SGE se basa en el ciclo de mejora continua PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), siendo compatible con otras medidas de ahorro y eficiencia energética. Del mismo modo, esta nueva norma se diseñó de manera similar a otras normas como la ISO 14001 o ISO 9001, por lo que resulta una herramienta complementaria, compatible e integrable con estos otros sistemas de gestión.

## Beneficios de SGE

### Energéticos y ambientales

- ✓ Optimización del uso de energía (consumo eficiente de la energía).
- ✓ Fomento de eficiencia energética en las organizaciones.
- ✓ Disminución de emisiones de gases CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- ✓ Reducción de los impactos ambientales.
- ✓ Adecuada utilización de los recursos naturales.
- ✓ Impulso de energías alternativas y renovables.

### De liderazgo e imagen empresarial

- ✓ Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.
- ✓ Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático.
- ✓ Cumplimiento de los requisitos legales.

### Socio-económicos

- ✓ Disminución del impacto sobre el cambio climático.
- ✓ Ahorro en la factura energética.
- ✓ Reducción de la dependencia energética exterior.

- ✓ Reducción de los riesgos derivados de las oscilaciones de los precios de los recursos energéticos.

## 5.2 Ingeniería Verde

Puede decirse la Ingeniería Verde (IV) surge como extensión de la Química Verde (QV); mientras que la QV se define como el “diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas”, la IV, sin embargo, tienen un alcance más amplio, definiéndose como el “diseño, comercialización y uso de procesos y productos, los cuales son técnicas y económicamente viable a las vez que minimizan: La generación de contaminación en origen y el riesgo para la salud y el medioambiente”, por lo que tiene una clara vocación de aplicarse a la industria en general y a todas las fases del manejo de productos de consumo.

Tanto en la IV como en la QV ponen énfasis en la aplicabilidad a la etapa del diseño, lo cual es lógico puesto que en esta fase quedan cerrados muchos de los aspectos más importantes de la comercialización y el uso. En este sentido, la IV fue formulada en 12 principios dirigidos al área técnica, inspirados por dos conceptos fundamentales (Gómez, s.f.):

- ✓ Inherencia (*"inherent rather than circumstance"*), cuya importancia se entenderá al analizar en profundidad sobre todo el sentido del principio 1 más abajo.
- ✓ Análisis de ciclo de vida (ACV), puesto que lógicamente hay que tener en cuenta el impacto de las decisiones ingenieriles a lo largo de todas las fases que atraviesas el producto (desde la obtención de materia prima hasta el rechazo final del producto agotado) o proceso (desde el diseño hasta el desmantelamiento). Es lógico, por tanto, que la relación entre metodología ACV y el “diseño verde” haya sido objeto de estudios específicos.

Por lo anterior los doce principios se pueden tomar como un “código de buenas prácticas” que pueden adoptar sus actividades referidas a los procesos o productos, desde un ingeniero individual hasta una organización como tal.

**Principio 1.** Los diseñadores deben esforzarse por asegurar que todas las entradas y salidas de materia y energía sean tan ¿inherentes inocuas? como sea posible.

- No emplear sustancias químicas en absoluto: En la purificación de fluidos, el ingeniero debería de tener en cuenta entre sus alternativas los métodos de tratamiento físicos, que no conlleven dosificación química.

**Ejemplo,** para la desinfección de fluidos podría considerar el uso microfiltración o radiación UV en lugar de la dosificación del cloro u otros bactericidas.

- Seleccionar materiales menos peligrosos: el ingeniero no debería de conformarse con que las sustancias a manejar posean riesgos “conocidos y controlables”, estando permitidas por las autoridades; es decir seleccionar sustancias de manejo más seguro *per se*.

Ejemplo, en operaciones de montaje e instalación con materiales metálicos aún se tiende a usarse acetileno como “única” alternativa eficaz en soplete de corte. Es cierto que el acetileno produce la llama de mayor temperatura entre todos los gases disponibles en el mercado. Sin embargo, el propano produce una llama de suficiente temperatura para el corte de acero en un intervalo de espesores frecuente, y no presenta la peligrosidad inherente del acetileno.

- Limpiar la cantidad de energía que podría liberarse violentamente, el ingeniero siempre debería de preferir condiciones de trabajo que minimicen dicha energía.

**Principio 2.** Es mejor prevenir la contaminación que tratar o limpiar el residuo ya producido.

- La corriente de residuos que ya están habitualmente consideradas en los procesos, sin embargo, al manifestar la obligación a considera todas aquellas generaciones de residuos que en ocasiones no merecen la suficiente atención.

Ejemplo, la clasificación precipitada como “residuo” de lo que podría considerarse “subproductos”, en las estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR), no deberían tomarse como “residuo final, sin posibilidad de anterior utilización” los fangos biológicos producidos, que contienen suficiente materia orgánica como para ser potencialmente, materias primas de otros procesos agrícolas, empleados en la proximidad de la planta.

**Principio 3.** Las operaciones de separación y purificación deberían diseñarse para minimizar el consumo de energía y el uso de materiales.

- Este principio puede parecer una reformación del principio 1 en el contexto de las operaciones de separación, al decir “mejores operaciones de separación”, puesto que es bien conocido que esta sección del proceso conlleva habitualmente una fracción muy importante en muchos casos mayoritaria, del consumo de materiales, energía y esfuerzos de control de proceso.

**Ejemplo**, uso de disolventes inocuos (como el CO<sub>2</sub> en condiciones supercríticas) o al menos de reducida volatilidad (como líquidos iónicos) para reducir al mínimo la probabilidad de emisiones dañinas accidentales a la atmósfera.

**Principio 4.** Los productos, procesos y sistemas deberían diseñarse para la maximización de la eficiencia en el uso de materia, energía y espacio.

- Es importante advertir que un buen diseño de proceso no exime de un esfuerzo de monitorización y control posterior; ya que el aumento de la eficiencia en el uso del espacio corresponde al diseño y operación de

unidades de menor volumen para la misma capacidad de procesamiento; esto es lo que se denomina “intensificación del proceso.

**Ejemplo**, al diseño de microrreactores, como contrapunto al tradicional reactor en tanque agitado caracterizado por un gran volumen de depósito que contiene una mezcla reactiva muy diluida.

**Principio 5.** Los productos, procesos y sistemas deberían estar orientados hacia la “producción bajo demanda” (“*output pulled*”) más que hacia el “agotamiento de la alimentación” (“*input pushed*”).

- En el área de producción, esto quiere decir que la producción bajo pedido, con aprovechamiento de “*just in time*” y reducción máxima de almacenamiento o manejo de excedente; es inevitable que esta orientación choque con la necesidad de reducir y asegurar plazos de entrega.

**Principio 6.** La entropía y la complejidad inherentes deben ser consideradas como una inversión al elegir entre reutilizar, reciclar o rechazar como residuo final.

- Un material aparente “al final se su vida útil”, aún es necesario decidir justificadamente si dicho material puede ser reutilizados, reciclado o bien finalmente rechazado como residuo final.

**Ejemplo**, pensar en la materia viva como contenido de una alta complejidad en todos los casos, por lo cual los esfuerzos en el aprovechamiento de residuos vegetales deberían ir enfocados a la síntesis química antes que a la combustión para la producción de energía.

**Principio 7.** Diseñar para durabilidad, no para la inmortalidad.

- Un producto y/o proceso óptimo desde el punto de vista de la IV, según este principio sería aquel que conserva sus prestaciones a un nivel aceptable de hasta el final de su vida útil, y después es “neutralizado” fácilmente por el medioambiente.

**Ejemplo**, sustancias que se oponen a este principio; el uso de CEC's que pese a haber sido celebrados con materiales "estrella" por sus prestaciones a bajo costo y nula peligrosidad para la salud y el medioambiente local, acabaron siendo un peligro para el medioambiente global por su persistencia, alcanzaron las capas altas donde intervienen en la destrucción de la "capa de ozono".

**Principio 8.** Satisfacer la necesidad, minimizar el exceso.

Cualquier exceso de capacidad instalada, aunque garantiza la producción ante el extremo de la demanda, consume recursos en forma de instalación y, en su caso, demantenimiento.

**Principio 9.** Minimizar la diversidad de materiales.

- No realizar discusión de alternativas sobre el material base, esperando alcanzar las prestaciones requeridas mediante aditivos.

Ejemplo, los productos plásticos tal como los recibe el usuario están compuestos generalmente por un polímero base al que se han añadido estabilizantes térmicos, plastificantes, colorantes, retardadores de llama, etc. Sin embargo, una selección cuidadosa o bien una mejora del polímero base funcionalizándolo para alcanzar las prestaciones requeridas, podrían eliminar la necesidad de dichos aditivos en el diseño final, con lo cual el reciclado sería más fácil de conseguir: si es termoplástico, podrá simplemente fundirse para volver a conformar.

- Seleccionar los materiales únicamente atendiendo a su disponibilidad inmediata.

Ejemplo, en muchas ocasiones debido a las presiones por cumplir plazos de entrega, se integran en los diseños aquellos materiales que el proveedor puede suministrar con la urgencia y el precio requeridos, con lo cual el número de materiales distintos crece de manera indiscriminada dentro del mismo producto. Dado que la etapa de separación y clasificación es esencial para asegurarla

fiabilidad del proceso en industrias recicladoras y/o recuperadoras, éste es un factor importante tener en cuenta.

**Principio 10.** Cerrar los ciclos de materia y energía del proceso tanto como sea posible.

- El cierre de circuitos de agua, que ha vuelto a la actualidad debido a la preocupación por la escasez de recursos hídricos.

Ejemplo, la unidad de enjuague de botellas nuevas en industrias envasadoras de bebidas; esta unidad generalmente sale un gran caudal de agua con un alto grado de claridad, con escasa o nula contaminación y en todo caso sencillo de eliminar.

- La “simbiosis industrial”, consiste en la integración del movimiento de materias primas y de corrientes de subproductos entre distintas industrias o empresas cercanas (localizadas en el mismo polígono industrial) para maximizar el rendimiento de producto final, como se trata de llevar en los polos petroquímicos.
- En cuanto a energía, el análisis de *pinch* sobre integración energética, desarrollado a finales de los años 70, que han posibilitado una reducción del consumo en industrias especialmente intensivas en el uso de energía térmica, tal como las refinerías de petróleo. Este análisis permitió optimizar el uso de corrientes “calientes”, que hay que enfriar, mediante el calentamiento de corrientes “frías”, que es necesario calentar.

Esquemas de aprovechamiento energético de las instalaciones de desalación por ósmosis inversa, en las que cada etapa se genera una corriente de rechazo a alta presión que pueden servir como entrada de potencia a las bombas que impulsan la alimentación a otras unidades.

La cogeneración, pensada para aprovechar al máximo el contenido energético de una corriente de gas caliente para la producción de calor y electricidad.

**Principio 11.** Diseñar para la reutilización de componentes tras el final de la vida útil del producto.

- El que una unidad de producto haya alcanzado el final de su vida útil no significa que todos sus componentes lo hayan hecho. Éstos deberían poder ser recuperados para seguir realizando una función por sí mismo o en otro producto.

**Ejemplo**, el reciclado del PET mediante reacción con metanol, para producir, por una parte, monómero puro para síntesis de nuevo PET, y 1,4-butanol utilizable como anticongelante.

**Principio 12.** Las entradas de materias y energía deberían ser renovables.

- Aunque este criterio parece obvio y lógicamente obligado por el concepto de sostenibilidad (solamente de fuentes renovables), cabe esperar proyectos de instalaciones.

**Ejemplo**, la selección de generación térmica para producción de electricidad mediante expansión en una turbina, frente al uso de combustores, un gasificador presenta una ventaja neta en eficiencia energética (principio 4), pero una desventaja en cuanto a la mayor generación de impurezas peligrosas (alquitranes) en la corriente gaseosa resultante (principio 1).

### 5.3 Ecología Industrial

La Ecología Industrial (EI) responde a un concepto dinámico, por lo que es difícil encontrar una definición que lo abarque por completo por lo tanto se define como el estudio de las interacciones e interrelaciones físicas, químicas y biológicas,

dentro de los sistemas industriales, naturales, sociales y al mismo tiempo las interacciones entre ellos.

La simbiosis industrial es el intercambio de materiales entre varios sistemas productivos de manera que el residuo de uno es materia prima para otros y su implantación promueve una red de empresas. El objetivo inicial de la simbiosis industrial es económico, pero tiene consecuencias ambientales y sociales positivas. La simbiosis industrial se encuentra contenida dentro de la Ecología Industrial, de manera que no puede existir ecología industrial sin utilizar el método de simbiosis industrial, pero la ecología industrial es más amplia, ya que contempla aspectos económicos, ambientales y sociales para tener a la sustentabilidad.

Como consecuencia del enfoque que ofrece la ecología Industrial, puede observarse tres elementos claves dentro de este (Cervantes *et al.*, 2009):

- Creación de una red industrial o entidades relacionadas con su entorno.
- Imitación del funcionamiento de los ecosistemas naturales.
- Inclusión de los tres sectores del desarrollo sustentable (social, económico y ambiental).

El objetivo final al que tiende la Ecología Industrial, es garantizar el desarrollo sustentable a cualquier nivel: global, regional o local, relacionando a sus tres sectores (economía, sociedad y medio ambiente) logrando esta interrelación, es como la Ecología Industrial pretende alcanzar el desarrollo sustentable que proporcione las condiciones ideales para el adecuado desarrollo de la humanidad y de las fuentes generadoras.

La implantación de la Ecología Industrial tiene innumerables beneficios:

A nivel económico, la implantación de la EI genera grandes oportunidades de mejorar los ingresos de las industrias a través del incremento en la eficiencia del uso de sus recursos, tecnologías y del aprovechamiento e intercambio de residuos y subproductos como materias primas.

También se consigue un beneficio integral en materia ambiental al reducir significativamente la cantidad de residuos destinados a disposición final las emisiones de contaminantes a la atmósfera y las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua. Asimismo, se produce un ahorro significativo de recursos naturales y ahorro energético a través de medidas de ecoeficiencia y aun aumento en la proporción de uso de las energías renovables. A nivel social, la valorización de algunos residuos puede dar lugar a nuevos procesos de transformación que generarán nuevos empleos. Los daños al medio ambiente que se consiguen evitar, repercuten positivamente en la calidad de vida de la sociedad.

La EI promueve la creación de redes que fomenten el desarrollo científico al vincular al sector académico con el sector industrial. Esta vinculación conduce a la búsqueda de nuevas tecnologías que solucionen las deficiencias en el manejo de recursos dentro de los sistemas de producción.

La EI es capaz de asesorar a los organismos gubernamentales a cualquier nivel, definiendo políticas y regulaciones, orientando en la planeación de zonas industriales, fomentando así, relaciones efectivas y más estrechas ente el gobierno y el sector privado, (Lowe *et al.*, 1997 )

### **5.3 Actividades Estratégicas Ambientales**

Estas actividades pueden traducirse en ventajas competitivas al disminuir el consumo de materiales y energía, reusar o reciclar ya que se reducen costos, estas actividades se plantean a través de las actividades de producción y consumo porque el impacto ambiental está en función de como se produce, disminuye, emplea y se dispone de los bienes. De acuerdo con lo anterior se exponen dos actividades estratégicas ambientales:

### ✓ **El ciclo de material de producción y consumo**

La relación simbiótica entre empresas industriales, en la que los desechos de unas son los insumos de otras; cerrar los ciclos de materiales y consumo no es una tarea sencilla, especialmente porque los insumos y desperdicios de la sociedad son compuestos. Es decir, cuando los materiales han sufrido procesos como aleaciones, lamidos o recubrimientos presentan un reto diferente para su reutilización o reciclaje, ya que en ocasiones los procesos de recuperación resultan altamente contaminantes o no viables económicamente. Anudado a esto se tendría riesgos; por ejemplo, si una de las empresas sale del mercado, o encuentra más ventajoso no producir el desperdicio o cambiar de producto, se rompería el equilibrio.

En las últimas décadas se han desarrollado tecnologías que ayudan a identificar los distintos materiales y explotar las diferencias en cuanto a propiedades físicas y químicas: el tamaño de partículas y su densidad, así como las propiedades ópticas y magnéticas de los materiales permiten separar la basura orgánica de los metales ferrosos y no ferrosos. Diseñar los productos para facilitar esta discriminación se ha vuelto muy importante porque permite una recuperación más fácil y económica.

Por otro lado, se ha observado que algunos sistemas industriales han creado de una manera natural mercados donde unas empresas consumen los desechos industriales de otras. Basándose en estas experiencias se pueden encontrar formas de incentivar la creación o crecimiento de mercados para uso de materiales reciclados. El objetivo de las actividades estratégicas ambientales es que prácticamente todos los materiales que se emplean recorran el ciclo completo una y otra vez.

### ✓ **Productos con múltiples ciclos de vida**

Los productos son usados en varios sistemas o ciclos de productos ya sea como partes, como materiales o como productores de energía. Esencialmente, un producto se convierte en un insumo para varios ciclos, en lugar de ser

desechados después de su primer ciclo de vida. Esta idea ha sido impulsada por las presiones de regulación (la legislación para recuperar los productos después de su vida útil) y está llevando a las compañías a innovar en diferentes maneras (Álvarez, s.f):

**a) Diseño del producto y de la producción.**

El primer paso al diseñar un producto es definir determinando los requerimientos del cliente, el costo, la seguridad, la confiabilidad, la facilidad de manufactura y de reciclaje. Al determinar las características del producto se podrán desarrollar diferentes estrategias de materiales y del sistema de producción.

Cuando el negocio permite aprovechar la misma plataforma de producción para varios productos, es mejor que se diseñen para fácil escalamiento y para intercambio de partes, componentes o sistemas ente líneas de productos. Este sistema ofrece oportunidades sustanciales para reducir desperdicios sólidos, pues sólo algunas partes necesitan ser rediseñadas para alcanzar un nuevo modelo y no es necesario desechar herramientas o partes de la plataforma.

Otro objetivo al diseñar productos incluye utilizar componentes que usen menos materiales o que sean eficientes desde el punto de vista del costo energético. La reducción del uso de materiales se traduce fácilmente en menores costos (se compra menos, se emplea menos energía en manufactura, menos costos de transporte y menos materiales que manejar al final de su vida útil). Un ideal en este sentido es llegar a la transformación de los productos minimizando el uso de materiales, por ejemplo, la digitalización de toda la información.

Al diseñar la producción con un enfoque ambiental, el objetivo es minimizar los residuos generados durante la fabricación del producto. A menudo, la estrategia es usar los procesos tecnológicos más modernos porque tienden a ser más eficientes y limpios. En general, se puede decir que hay intercambio entre costo, efectividad e impacto ambiental al seleccionar la

tecnología. La calidad ecológica de la fabricación suelen medirse por la cantidad de desechos producidos por unidad, en este sentido la disminución de reprocesos y desperdicios impacta de manera favorable al ambiente.

## **b) Selección de materiales**

El uso de materiales es uno de los aspectos más importantes al administrar para la calidad ambiental. La selección de materiales, la evaluación química y el análisis del ciclo de vida con maneras importantes de mejora la reutilización y reciclaje que pueden disminuir costos y generar utilidades. Cuando los materiales se escogen adecuadamente es más fácil crear relaciones efectivas en costo con los recicladores o vendedores de materiales. La manera más sencilla de hacerlo ha sido la publicación de listas de materiales prohibidos o permitidos. En los últimos años han aparecido métodos mejores y más complicados como el análisis del ciclo de vida de un producto.

El análisis del ciclo de vida del producto se ha definido como una forma de evaluar los efectos ambientales asociados a cualquier actividad industrial, desde la reunión inicial de materias primas a partir de su extracción hasta que éstas retornan a la tierra de igual manera, este análisis intenta evaluar el impacto ambiental del producto en varias etapas, desde la extracción de materiales y producción hasta la distribución y disposición de los mismos; se hace a través de tres procesos sucesivos:

- ❖ Primero se hace el inventario de ciclo de vida. Se cuantifican los insumos de energía y materias primas y los resultados de los productos, emisiones al aire y agua, desechos sólidos y otras emisiones relacionadas con el ciclo de vida del producto, proceso o actividad.
- ❖ Después se analiza el impacto del ciclo de vida. Se hace una caracterización del efecto de la carga ambiental identificada en el

inventario del ciclo de vida y una estimulación del impacto ecológico y de salud.

- ❖ Por último, se mejora el ciclo de vida. Es una evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir la carga ambiental de los insumos y productos que se inventariaron al analizar el ciclo de vida.

Se han identificado varios problemas con el análisis del ciclo de vida: es metodológicamente complejo; se deben fijar niveles mínimos de desagregación porque muchos detalles hacen que se pierdan lo importante y si está muy agregado produce resultados sin significado; necesita mucha información y recursos, dejan de lado factores cualitativos y frecuentemente usan factores subordinados inadecuados para estimar el impacto ambiental. Sin embargo, realizar el análisis ha demostrado su valor, ya que cuando las empresas se dan cuenta del problema de contaminación se activan para mejorarlo.

### **c) Administración de la calidad ambiental en la cadena de abastecimiento.**

Actualmente, han aparecido empresas que operan globalmente y que organizan la producción en cadenas complejas en el nivel mundial; distribuyen partes del proceso productivo en diferentes países donde encuentran ventajas comparativas como acceso a capital humano altamente calificado, mano de obra muy barata, menores costos y acceso a materias primas o a mercados específicos. Estas empresas subcontratan procesos productivos; es decir, la investigación y desarrollo, el diseño y la fabricación ya que son hechos por diferentes proveedores.

La importancia de evaluar la calidad ambiental de las cadenas de abastecimiento es crítica porque hay estándares y prácticas diferentes. Los proveedores deben cumplir con la regulación ambiental de los países en donde los productos eventualmente van a ser vendidos. Las prácticas de los proveedores deben conformarse a cualquier etiquetado que las

compañías usan para designar su producto como amigable con el ambiente. Los fabricantes deben entender y estandarizar muchas de las prácticas de los proveedores para asegurar la calidad ambiental de la cadena de proveeduría usando encuestas, auditorias y certificados expedido por una tercera parte como son las normas ISO 14000.

Las empresas y sus proveedores también establecen proyectos conjuntos para lograr metas de reutilización, reciclaje y mejora ambiental; por ejemplo, cuando la sociedad científica se dio cuenta que los clorofluocarburos que se usaban como solventes para limpiar los circuitos electrónicos emitían el ozono, se solicitó a las compañías productoras de partes electrónicas dejar de usarlo y se desarrolló un sistema basado en agua que fue compartido con la cadena de proveedores.

#### **d) Administración de inventarios y distribución de pedidos.**

La forma en que surten los pedidos puede tener fuertes implicaciones ambientales, específicamente el empaque, la administración del inventario y la distribución logística. La estrategia para enfrentar los problemas con el empaque es similar a la asociada con el producto: usar menos material, usar material biodegradable y diseñar el empaque para reutilización y reciclaje.

Por otro lado, administrar el inventario y surtir los pedidos requieren de predicciones exactas y del uso de la logística. Como ejemplo de ellos tenemos las prácticas de manufactura justo a tiempo que buscan igualar la producción a la demanda del mercado, para eliminar almacenaje o excedentes de productos. Así mismo reflejan cómo las predicciones acertadas pueden minimizar el almacenaje de productos. Un pronóstico mal hecho y una administración de inventario ineficiente son fuente de costos para la firma y enmascaran fuentes de impacto ambiental. Además, la logística es importante en la distribución por la energía que se utiliza en el

transporte; un buen control puede ayudar a disminuir costos y ganancias en calidad ambiental.

## 5.4 Técnicas para la Reducción de los Residuos

Las técnicas para la reducción de residuos pueden dividirse en cuatro grandes categorías (Kiely, 1999):

### ✓ **Gestión de inventario**

El control adecuado del inventario tanto de las materias primas, como de los productos y de los residuos procesados asociados con las cantidades de residuos es una técnica de reducción de residuos muy importante. En muchos casos, el residuo en cuestión está caducado, no está especificada, está contaminado, es una materia prima innecesaria, es un residuo vertido o un producto final dañado. El costo para la eliminación de estos materiales no incluye solamente los costos de eliminación reales, sino también el costo de materias primas perdidas o del producto. El inventario incorpora también el control del material. Esta gestión involucra:

**Control de inventario**, implica la utilización de técnicas para reducir la amplitud del inventario y el uso de productos químicos peligrosos aunque al mismo tiempo aumenta la rotación del inventario. Un control adecuado del inventario puede ayudar a reducir los residuos producidos por lo siguiente: exceso, materias primas caducadas o que ya se utilizan. Los métodos que pueden ser utilizados en estos casos son la compra exclusiva en el momento en que se necesiten los productos.

**Control de materiales**, es fundamental tener un buen control del almacenamiento de las materias primas, de los productos y de los residuos procesados y del traslado de estos artículos durante el proceso y en torno a la instalación. Esto minimizará las pérdidas debidas a derrames, fugas o contaminación. Esto también asegura que el material se trata eficientemente y se usa en el proceso de producción y que no se transforma en residuo. En la tabla 5.1 aparece una lista de los orígenes típicos de pérdidas.

**Tabla 5.1**  
**Fuentes Esenciales de Pérdida de Material en Proceso**(Kiely, 1999)

Área	Fuentes
Carga	*Fugas de mangueras de llenado y de conexión en líneas de carga. *Drenaje de líneas de llenado entre llenados. *Contenedores agujerados, con escapes u óxidos. *Válvulas, tuberías y bombas de escapes.
Almacenamiento	*Sobrellenado de los tanques. *Alarmas de inundaciones inadecuadas o con mal funcionamiento. *Contenedores agujerados, con escapes u oxidados. *Bombas de traslado con escapes, válvulas y tuberías. *Diques o válvulas de apertura de drenaje inadecuados. *Procedimientos de traslado de material inadecuados. *Falta de una inspección regular. *Falta de un programa de preparación
Proceso	*Filtración de tanques procesos. *Equipos procesados operados o mantenidos de manera inadecuada. *Válvulas, tuberías y bombas de escapes. *Derrames de los tanques de proceso: controles de desbordamiento inadecuados. *Filtración derrames durante el traslado del material. *Diques inadecuados. *Drenajes abiertos. *Limpieza de los tanques y del equipo. Materias primas fuera de especificación.

✓ **Modificación del proceso de producción**

Los residuos se pueden reducir de manera significativa mediante procesos de mayor eficiencia. Tales mejoras se pueden obtener de unos simples y económicos cambios en los procedimientos de producción para la instalación de equipos más modernos. Se han identificado tres técnicas para la modificación del proceso de producción. Estas son una operación y mantenimiento mejorados, cambios en el material y modificaciones en el equipo, las cuales pueden ser:

**Procedimientos operativos y de mantenimiento,** las mejoras para la operación y el mantenimiento suelen ser relativamente simples y de bajo

costo, y pueden resultar en una reducción significativa de los residuos. Las técnicas usadas no son nuevas, pero generalmente no se han usado para el problema de reducción de residuos. En la Tabla 5.2 se ofrece una lista de ejemplos de cambios de operaciones. El seguimiento de un programa estricto que se centre en la corrección y mantenimiento preventivo, puede reducir la generación de residuos causada por el fallo del equipo. Este tipo de programas puede ayudar a encontrar las fuentes potenciales de emisiones y corregir un problema antes de que se pierda material.

**Tabla 5.2**  
**Ejemplos de los Cambios Operaciones para Reducir la Generación de Residuos**(Kiely, 1999)

- \*Reducir materia prima y productos perdidos a causa de filtraciones, derrames, desgastes, y soluciones de proceso fuera de especificación.
- \*Programar la producción para reducir la limpieza del equipo, por ejemplo, pasar las pinturas claras a pinturas oscuras para que los tanques no tengan que ser limpiados entre las varias series.
- \*Inspeccionar las partes antes de que éstas sean procesadas para reducir el número de rechazos.
- \*Consolidar los tipos de equipo o los productos químicos para reducir la cantidad y la variedad de residuos.
- \*Mejorar los procedimientos de limpieza para reducir la generación de residuos mixtos diluidos con métodos como técnicas de limpieza en seco, utilizar limpiadores de pared mecánico o escobillas de goma para secar superficies y usar gases comprimidos para limpiar las tuberías y aumentar los tiempos de drenaje.
- \*Segregar residuos para incrementar las posibilidades de recuperación.
- \*Optimizar los parámetros operacionales (como la temperatura, presión tiempo de reacción, y productos químicos) para reducir la generación de productos secundarios y de residuos.
- \*Desarrollar procedimientos de preparación de los empleados acerca de la reducción de los residuos.
- \*Evaluar las necesidades para cada paso operativo y eliminar los pasos innecesarios.
- \*Recoger material derramado o filtrado para que sea reutilizado.

**Cambios en los materiales**, la sustitución de materiales, usados tanto en la formulación de un producto como en el proceso de producción, puede dar lugar bien a la eliminación de residuos peligrosos o bien facilitar la recuperación de un material específico. En la Tabla 5.3 muestra algunos ejemplos de reducción de residuos a través de un cambio de material. Hay que tomar precauciones para examinar el impacto de cambios en los residuos

totales de un proceso. Esto es especialmente importante en el caso de cambios de materiales. En efecto en los residuos acuosos de cambiar de disolventes orgánicos a agua es un caso a considerar.

**Tabla 5.3**  
**Ejemplos de Reducción de Residuos Mediante Sustituciones de Material**(Kiely, 1999)

Industria	Técnica
Aplicaciones domésticas	Eliminación de la fase de limpieza por selección de lubricantes comparables con lo siguiente etapa de proceso.
Impresión	Sustituir tintas de base acuosa por tintas de base disolvente.
Textil	Reducción de fósforo en aguas residuales por reducción del uso de productos químicos que contienen fósforo. Uso de ultravioleta ligera en vez de biocodas en torres de refrigeración.
Aire acondicionado	Cambiar adhesivos conteniendo disolventes por productos de base acuosa.
Componentes electrónicos	Cambiar el sistema de desarrollo de película de base acuosa por un sistema seco.
Aeroespacial	Cambiar el baño de cianuro de cadmio
Fabricación de tintas	Retirar el cadmio del producto.
Instalación de tuberías	Cambiar el baño de cromo hexavalente por una baja concentración.
Farmacéutica	Cambiar el proceso de revestimiento de comprimidos con base disolventes por uno de base acuosa.

**Modificación del equipo de proceso**, la instalación de un equipo más eficiente o la modificación del equipo pueden reducir la generación de residuos. Las modificaciones pueden ser simples, como mejorar la mezcla, o utilizar bombas con mejores cierres. Por otro lado, se podría considerar la instalación de un equipo completamente nuevo. En la mayoría de los casos, las inversiones se recuperarán en muy poco tiempo, gracias a un aumento de la producción, a una deducción de los costos de tratamiento de residuos, etc. En la Tabla 5.4 aparecen algunos ejemplos de modificación de procesos.

**Tabla 5.4**  
**Ejemplos de Modificaciones de Procesos de Producción para la Reducción de Residuos**(Kiely, 1999)

Pasos del proceso	Técnicas
Reacción química	<p>Optimizar las variables de la reacción y mejorar el control del proceso.            Optimizar el método de adición de reactivo.            Eliminar el uso de catalizadores tóxicos.            Mejorar el diseño del reactor.</p>
Filtración y lavado	<p>Eliminar o reducir el soporte de filtros y de filtros desechables.            Drenar los filtros antes de su apertura.            Utilizar contadores de corriente del lavado.            Reciclar el agua de lavado.            Maximizar la eliminación de agua de los sedimentos.</p>
Limpieza de las partes	<p>Sumar todas las unidades de limpieza de disolventes.            Utilizar refrigeradores o unidades de eliminación de la grasa de vapor.            Mejorar el drenaje de las pastes antes y después de la limpieza.            Utilizar dispositivos de limpieza mecánicos.            Chorreo de plásticos.</p>
Actuación de la superficie	<p>Prolongar la vida del baño procesado mediante la eliminación de contaminantes.            Rediseñar la organización de las partes para reducir el alargamiento.            Reutilizar las aguas de enjuague.            Instalar sistemas de enjuague en spray o por bocas de niebla.            Realizar un diseño adecuado y operar todos los tanques de enjuague.            Instalar tanques de recuperación.            Instalar válvulas de control de los flujos de agua del enjuague</p>
Revestimiento de la superficie	<p>Usar pistolas pulverizadoras sin aire pero asistidas con el aire.            Usar un sistema de revestimiento pulverizado electrostáticos.            Controlar la viscosidad del revestimiento con unidades térmicas.            Usar revestimiento con altos contenidos de sólidos.            Usar sistemas de revestimiento con polvos.</p>
Limpieza del equipo	<p>Usar sistemas de enjuague con alta presión.            Usar limpiadores mecánicos.            Usar secuencias de enjuague con contadores de corriente.            Reutilizar el agua de enjuague.            Usar "cerdos" para limpiar la zona.            Usar gas comprimido para soplar la zona.</p>
Derrames y filtración	<p>Usar válvulas con fuelles.            Instalar cuencos para los derrames o bien diques.            Usar pompas sin cierre.            Maximizar el uso de uniones soldadas en tuberías.            Instalar salpicaderos y bolsas para el goteo.            Instalar dispositivos para el control del desbordamiento.</p>

### ✓ Reducción del volumen

Aunque la reducción de volumen no produce por sí misma reducción de residuos, con frecuencia facilita la recuperación y la separación. La reducción de volumen puede implicar el uso de tecnologías de concentración complejas o puede consistir simplemente en la segregación de las fuentes. En la Tabla 5.5 aparecen algunos ejemplos de reducción de residuos mediante la reducción de volumen.

**Tabla 5.5**  
**Ejemplos de Reducción de Residuos Mediante la Reducción (Kiely, 1999)**

<b>Industria</b>	<b>Técnicas</b>
Películas para rayos X	Segregar películas de poliéster de otros residuos de producción y del reciclaje.
Resinas	Recoger resinas desechadas y realizarlas para el siguiente lote.
Circuitos impresos	Usar filtros prensa para eliminar el agua de los sedimentos en el 60% de los sólidos y venderlos para la recuperación del metal.
Formulación de pesticidas o plaguicidas	Utilizar bolsas separadas para cada proceso y reciclar los polvos a un producto.
Laboratorio de investigación	Destilar los disolventes tratados con cloro y los que no lo han sido para permitir la recuperación fuera del lugar.
Componentes aeronáuticos	Usar la ultrafiltración para remover el aceite recuperable del refrigerante gastado.
Formulación de pinturas	Segregar y reutilizar disolventes para la limpieza de los tanques durante la formulación de las pinturas.
Muebles	Segregar y reutilizar los disolventes usados para purgar las zonas con sprays de revestimiento y las pompas para aumentar el espesor del mismo.

**Segregación en origen**, esta simple operación es un principio básico para la minimización de los residuos. La separación de residuos permite a los mismos ser eliminados y recuperados con mayor facilidad. Por ejemplo, la mezcla de pequeñas cantidades de disolventes orgánicos con presencia de agua incide negativamente en la recuperación efectiva y aumenta la carga en los sistemas de tratamiento biológico. Si se mantienen los elementos orgánicos separados,

se puede lograr la recuperación, incineración, etc. Una técnica de segregación de residuos muy utilizada es la de recoger y almacenar las aguas de lavado o los disolventes usados para limpiar el equipo (como tanques, tuberías, bombas o presas de impresión) para que pueda volver a ser útil en el proceso de producción. Esta técnica es utilizada por formuladores de pinturas, tintas y de productos químicos, así como por impresores y fabricantes de metal.

**Concentración**, la concentración de un residuo implica la eliminación de alguna parte del mismo, por ejemplo, el agua. Existen muchas técnicas que permiten concentrar los residuos. Estas incluyen la separación física de los sólidos y de los líquidos (filtración, centrifugación, gravedad, etc.), separación por membranas como es el caso de la ultrafiltración, la ósmosis inversa, etc., además de las operaciones intensivas en energía como la evaporación.

#### ✓ **Recuperación**

La recuperación de los residuos se deberá considerar sólo después de que se hayan establecido todas las demás opciones de reducción de residuos. La reducción de generación de residuos en origen es más efectiva, ya que presenta una reducción en la pérdida de materias primas, de materias intermedias, de productos, etc. Además, ya que siempre hay generación de residuos, la recuperación representa una alternativa efectiva viable y de bajo costo; por otra parte, la mayoría de los sistemas de recuperación *in situ* generan algún tipo de residuo (por ejemplo, los contaminantes eliminados del material recuperado). En algunas situaciones, un residuo en concreto se puede trasladar a otra compañía para ser utilizado como materia prima en el proceso de fabricación de la misma. Por lo anterior se distinguen dos maneras de reducción: En el emplazamiento y Fuera del emplazamiento.

## 5.5 Intervención de las Autoridades en la Gestión de Residuos

Los gobiernos estatales y municipales deberán dar seguimiento a la generación, manejo, transporte y confinamiento de los residuos peligrosos y deberán supervisar el cumplimiento de acuerdo al marco regulatorio, ya que se tienen las leyes en materia de residuos peligrosos pero no se lleva un cumplimiento adecuado. Algunas medidas para mejorar la intervención de las autoridades son las siguientes:

- ✓ Priorizar la acción ambiental de los gobiernos en los diferentes ámbitos de gestión: político, social, económico y tecnológico.
- ✓ Institucionalizar la gestión ambiental local en un marco de desarrollo sostenible.
- ✓ Establecer plazos y mecanismos participativos concretos, para integrar a los correspondientes sistemas regionales y nacionales de gestión ambiental.
- ✓ Promover y fortalecer mecanismos de planificación participativa en los gobiernos locales, vigorizando la acción comunitaria en procesos de desarrollo sostenible.
- ✓ Promover una definición e identificación clara de las autoridades ambientales, su papel, funciones y competencias en cada nivel de gestión y gobierno.
- ✓ Promover a nivel nacional y regional la revisión de la organización y funciones de los gobiernos locales, para la institucionalización de mecanismos estructurales que impulsen una efectiva gestión ambiental y del desarrollo local integral y sostenible.
- ✓ Promover una articulación orgánica de estructuras, programas y proyectos de los diferentes niveles de gobierno, instituciones o sectores en sistemas nacionales de gestión ambiental.

- ✓ Crear o fortalecer ámbitos y mecanismos de identificación, tratamiento y solución de conflictos derivados de la acción y gestión ambiental en la comunidad, la localidad, la región y el país.
- ✓ Desarrollar programas nacionales de formación ambiental para municipios, en sus diferentes planos y ámbitos de acción local, pública, empresarial o comunal.
- ✓ Crear o fortalecer redes nacionales y regionales de información que den soporte a los procesos de mejoramiento de la gestión ambiental local.
- ✓ Fortalecer la capacidad institucional de los municipios - sus recursos humanos, financieros y particularmente tecnológicos para una adecuada gestión ambiental.

Los organismos gubernamentales correspondientes deben promover y dar apoyo a los empresarios que tengan el deseo de establecer empresas que se dediquen a esta actividad; de igual forma los organismos deben asegurarse de que las condicione

#### 5.2.1 Responsables de la gestión de residuos peligrosos

La gestión de los residuos peligrosos solo puede realizarse a través de gestores autorizados por un organismo ambiental competente.

En caso del transportista de residuos peligrosos se distinguen dos situaciones:

- ✓ Si el transportista no asume la titularidad de los residuos peligrosos que transporta, deberá inscribirse en el registro de transportistas de residuos peligrosos del órgano ambiental competente.
- ✓ Si el transportista asume la titularidad de los residuos peligrosos que transportan, deberá estar autorizado como gestor y transportista de dicho residuos.

## **5.6 Participación de la Sociedad en la Disminución de la Generación de Residuos**

La sensibilidad hacia el medio ambiente, es la pauta para encaminar el comportamiento de la sociedad y tener de manera progresiva posibilidades para una mejor calidad de vida ya que es amenazada día a día por el crecimiento de la industria y el mismo crecimiento de la sociedad.

La educación de los miembros de la sociedad es un elemento importante que determina la modificación de la visión con respecto al medio ambiente, su importancia y las medidas que habrán de tomarse para preservarlo.

La sensibilización con respecto al medio ambiente deberá continuarse desde los primeros años de enseñanza. Para ello debe reforzarse la participación de instituciones académicas, organismos gubernamentales y no gubernamentales, centros de investigación, grupos de organizaciones, expertos en el tema.

También es importante que se informe acerca de los temas relacionados y que tengan acceso a este los integrantes de la sociedad y que cualquier sector de la misma; con esta manera de sensibilidad es importante que también tenga el efecto de motivar y hacer participar a la sociedad en general. El acceso a la información ambiental de las regiones del país debe de ser a través de diversos medios ya existentes como: Consulta públicas, la página web del Gobierno Regional y el Sistema Regional de Información Ambiental.

Los enfoques descritos en este capítulo, deben formar parte de la cultura empresarial y formar parte del fundamento de la política ambiental del país de modo que prevalezcan las medidas de prevención o reducción de la generación de residuos peligrosos y no las medidas correctivas o paliativos.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES

Dentro del ámbito ambiental, los residuos sólidos y peligrosos representan características particulares, que los hacen diferentes de otras emisiones contaminantes. Tanto a nivel internacional como nacional, la atención prestada al manejo de los residuos peligrosos es relativamente reciente. En el caso de México, dado que la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, promulgada en 1988, no cubría todos los aspectos que involucran el manejo de residuos, en 2003 se emitió una ley específica, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con su respectivo su reglamento. De conformidad con el objetivo de la investigación de analizar integralmente la legislación ambiental en material de residuos peligrosos y su aplicación a las empresas de manufactura y servicios, a continuación se presentan las conclusiones correspondientes.

En términos generales, tanto a nivel federal y estatal, esta legislación se encuentra bien estructurada, es decir, cubre todos los aspectos relacionados con el manejo y disposición de los residuos peligrosos, aunque adolece de falta de precisiones en aspectos específicos como la disposición final de los residuos.

Por otra parte, a nivel municipal, en la mayoría de los estados, incluyendo el Estado de Hidalgo, no han permeado las leyes federales y estatales, es decir, no hay disposiciones municipales que adapten las leyes estatales y federales a las características locales. Esto trae como consecuencia que las empresas generadoras solamente se sujeten a los lineamientos federales y estatales pero existe el riesgo de que no todas las empresas en operación estén informadas de sus obligaciones legales en cuanto al manejo de sus residuos.

La implementación de la legislación está aún lejos de ser satisfactoria. Evidencias del rezago existente en la aplicación de las leyes, son la falta de infraestructura suficiente para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos así como la desinformación de la población en general, en cuanto a la identificación de residuos peligrosos en el hogar que permitiría separarlos de los residuos sólidos.

En cuanto al papel que juega la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en la supervisión de las empresas que generan residuos peligrosos, se encontró que, en promedio por año en el periodo 2000-2010, únicamente se visitaron 75.4% de las 68,133 empresas registradas. Esto implica que el restante 24.6% de las empresas, podrían continuar contaminando, sin que se regularicen sus procesos ni se implementan controles adecuados en la generación de residuos peligrosos.

No obstante, es importante resaltar que los mayores volúmenes de residuos peligrosos los producen los grandes generadores, representados por un reducido número de empresas en comparación con el total. En el Estado de Hidalgo, son particularmente notables los casos de PEMEX y CFE, que generan el 93.24% de todos los residuos peligrosos estatales registrados, coincidiendo de manera casi idéntica con el promedio nacional.

Por otra parte, se encontró también que la información oficial reportada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presenta incongruencias o falta de claridad, lo que hace suponer que se publica sin una revisión previa, con la agravante de que muchos de los datos presentados no se encuentran actualizados en sus portales virtuales. Tal es el caso de las estadísticas sobre los volúmenes de residuos generados, dado que en los informes se presentan datos de algunos años consecutivos y de una manera inexplicada se procede a dar un dato de un periodo de 7 años, de 2004 a 2011.

Finalmente, con base en las conclusiones anteriores y las opciones oficiales y voluntarias expuestas en esta investigación para la prevención y reducción de la generación de residuos, se proponen las siguientes recomendaciones:

Es necesario que las autoridades ambientales actúen de una manera más drástica y se modifiquen leyes obligatorias que actualmente solo son aplicables a los grandes generadores de residuos peligrosos para que incluya también a los micro y pequeños generadores. Un ejemplo de lo anterior son los planes de manejo, que son obligatorios para los grandes generadores de residuos peligrosos más no para las empresas con clasificación de micro y pequeños generadores.

Los residuos peligrosos de la industria minera y de la perforación petrolera deben volver a considerarse dentro de los volúmenes totales de generación de residuos peligrosos, aun cuando se rijan por normas específicas.

Tanto SEMARNAT como la PROFEPA deben de capacitar a su personal para orientar adecuadamente a los generadores y deben asignarlo en número suficiente para cubrir el total de empresas que deben ser visitadas o auditadas.

Es importante que las empresas que ya se encuentran en operación o que apenas van a iniciar operaciones, se informen y, sobre todo, cierren los ciclos de vida de sus servicios y sus productos, es decir que se hagan responsables no solo de los residuos peligrosos que se generan en sus procesos sino también de los residuos generados después de haber concluido la vida útil de sus productos. Por lo tanto deben considerar que la adopción e implantación adecuada, de sistemas de gestión y esquemas para la gestión y la prevención de la generación de residuos peligrosos, tales como el ISO 14000, los principios de la ingeniería verde, ecología industrial, etc. pueden darles beneficios que les permitan competir en el mercado, obtener mayores utilidades y tener una mejor imagen frente a los consumidores al coexistir sanamente con el medio ambiente.

Por ultimo, es importante que la información publicada en cuanto a la generación de residuos peligrosos se actualize constantemente y se realicen trabajos profesionales que investiguen y generen información de los residuos peligrosos que se generan día con día en las industrias y de esta manera se vaya previendo el posible impacto que pueden tener estos residuos en el medio ambiente y la salud humana; se difunda para concientizar a la población en general (trabajadores, empresarios).

## REFERENCIAS

Álavarez, M (s.f.) *Política Ambiental y su Impacto en la Innovación Tecnología y Organizativa: el Reciclaje de Vehículos Automotores*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). D.F. México. Recuperado el 18 de agosto del 2013 de <http://www.ejournal.unam.mx/rca/213/RCA21303.pdf>.

Arriaga L., Espinoza, J., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. (2002) *Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, México.

Arriaga, L., Aguilar, V. y Alcocer, J. (2002) *Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, México.

Barajas, Jy Garfias, A. (1997) *Residuos Peligrosos en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales(SEMARNAT). Primera Edición. D.F. México.

Benítez, H., Arizmendi, C. y Márquez, L. (1999) *Base de datos de las AICAS, CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA*. <http://www.conabio.gob.mx>.

Bustos, F (2001) *Sistemas de Gestión Ambiental y Estudios Ambientales*. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleo y Ambiental. Quito. Ecuador. Recuperado el 29 de febrero del 2013 de <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/Sistemas%20de%20Gestion%20Ambiental%20y%20Estudios%20Ambientales.pdf>.

Cabrera, R., Gordillo, A. y Cerón, A. (2003) *Inventario de Contaminación Emitida a Suelo, Agua y Aire en 14 municipios del Estado de Hidalgo*, México, *Rev. Int. Contam. Ambie.*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Pachuca de Soto. Hidalgo.

Cabrera, R., Gordillo, A. y Cerón, A. (2004) *Inventario de residuos peligrosos industriales en 17 municipios del Estado de Hidalgo, México*, *Rev. Int. Contam. Ambie.* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Pachuca de Soto. Hidalgo.

Cabrera, R., Gordillo, A. y Salvador, R. (2007) *Estudio de la calidad ambiental en Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, México*, *Memorias del VI Congreso Internacional, XII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales.* Universidad Autónoma de Chihuahua. Academia Nacional de Ciencias Ambientales A.C. Chihuahua, Chih., México.

CANACINTRA (2005) *Directorio de empresas afiliadas.* Cámara Nacional de Industria de la Transformación. Hidalgo, Delegación Pachuca.

Canter, L. (1998) *Manual de evaluación de impacto ambiental.* Santafé de Bogotá: McGraw–Hill.

Canter, L. y Hill, L. (1979) *Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment.*

Cascio, J., Woodside, G y Mitchel, P. (1997). *Guía ISO 14000: Las Nuevas Normas Internacionales para la Administración Ambiental.* México, D. F. Editorial: McGrawHill.

Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (s.f.). *Identificación y Análisis del Marco Jurídico Federal para el Manejo de las Sustancias Químicas, como base para el desarrollo de un inventario de las sustancias químicas en México.* México D.F.

Cervantes, G., Sosa, R., Rodríguez, G., y Robles, F. (2009) *Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable.* Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI). Instituto Politecnica Nacional (IPN). D.F. México. Recuperado el 28 de junio del 2013 desde [http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/ecologia\\_industrial.pdf](http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/ecologia_industrial.pdf).

Challenger, A. (1998) *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM, y Agrupación Sierra Madre. México D.F.

COEDE. (2005–2011) *Programa Institucional de Desarrollo Sustentable y Sostenido*, Consejo Estatal de Ecología. Secretaría de Obras Públicas, Comunicaciones, Transportes y Asentamientos. Gobierno del estado de Hidalgo, Pachuca.

COPARMEX (2005) *Directorio de empresas afiliadas*. Confederación Patronal de la República Mexicana. Hidalgo, Delegación, Pachuca.

Cortinas, C (1988). Evolución de la situación en el mundo. En Cortinas, C & Vega, S (Eds.), *Los residuos peligrosos en el mundo y en México*. México. SEDESOL. Recuperado el 22 de agosto del 2013 desde <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/34.pdf>.

Cortinas, C. (2003) Valorización de residuos, participación social e innovación y su gestión, México.

Cortinas, C. (2006). Regulación de los residuos peligrosos en México .Coleccion Técnica y estadísticas. SEMARNAT. Recuperado el 27 de octubre del 2013 desde [http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/regulacion\\_resi\\_peli\\_mexico.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/regulacion_resi_peli_mexico.pdf).

DOF (2003) *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México.

EPA (2013) The National Environmental Performance Track Program. Recuperado el 23 de Septiembre del 2013 de <http://www.epa.gov/ems/>.

Flores, A y Pantoja, G (2001) *Perspectiva ambiental de los residuos industriales peligrosos en México: Legislación, normatividad y tratamiento*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F.

García, M. y San Agustín L. (1994) *Impacto ambiental. Evaluación de la contaminación ambiental en los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma en tres diferentes planos: agua, aire y suelo*. Tesis de Licenciatura, Centro de Investigaciones Químicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México.

Godínez R. (1994) *Confinamientos de Residuos Peligrosos en la Frontera Norte de México, El caso de Coahuila, Texas*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Derecho. Universidad Nacional Autónoma de México, DF, México.

Gómez, J (s.f.) *Ingeniería Verde: Doce Principios para la Sostenibilidad*. . Recuperado el 5 de octubre del 2013 de <http://www.inese.es/html/files/pdf/amb/iq/458/13ARTICULOABR.pdf>.

Gutierrez (2002) *Bases Conceptuales y de Diagnóstico del Programa para la Prevención y Manejo Integral de Residuos Peligrosos*. Gobierno del Estado de México, Gobierno del Distrito Federal, Comisión ambiental Metropolitana.

Hernández, A., Hernández, P. y Gordillo, A. (2006) *Manual para la Evaluación de Impactos Ambientales*. Madrid: INNCIVE Ediciones.

INE (1997) *Registro de emisiones y transferencia de Contaminantes. Propuesta Ejecutiva Nacional*. México. INE–SEMARNAP, en cooperación con el Instituto de las Naciones Unidas para la Capacitación e Investigación, México D.F.

INE (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México: Western Governors' Association.

INE y SEMARNAT (2006) *Inventario Nacional de Emisiones de México*.D.F.México.

INE (2008). *Campaña de Monitoreo de Calidad del Aire en la Región Tula–Tepeji–Zumpango*. Resumen Ejecutivo. México, D.F.: INE–SEMARNAT.

INE (2009). *Retos Ambientales por Distrito Electoral*, Instituto Nacional de Ecología. <http://dgipea.ine.gob.mx/rade/index.php>.

INECC (2007). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado el 29 de octubre del 2013 de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/283/cap2.html>.

INEGI (1997) *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (1998). *Cartas de Climas para el Estado de Hidalgo*, 1:1000 000, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (2007) *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI (2008) *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*, 2a ed. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. (1997). *División territorial del Estado de Hidalgo de 1810 a 1995*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Informe de la Cumbre Mundial de sobre el Desarrollo Sostenible (2002), Johannesburgo.

Instituto Nacional de Ecología (1999). *Minimización y Manejo Ambiental de Residuos Sólidos*., México.

Kiely, G (1999), *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión*.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental <http://www.bstl.com.mx/ley-federal-de-responsabilidad-ambiental/>

Ley N°24.051/92, Guía de Fiscalización para el Transporte de Residuos Peligrosos. Manifiesto de Residuos Peligrosos. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Argentina.

Lowe E.A., Warren J., Moran S. (1997). *Discovering Industrial Ecology*. Columbus: Battelle Press.

Luna, I., Ocegueda, S. y Alcántara, O. (1994) *Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo*. México: Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica.

Martínez, J., Mallo, M., Lucas, R., Álvarez, J., Salvarrey, A., Gristo, P. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos*. Centro de Coordinador del Covenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay

Méndez, L. (2009). *Normas ISO 14000 Como un instrumento de gestión ambiental empresarial*. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.

Ministro de Transporte y Obras Públicas (1998) Manual para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, Ministro de Transporte y Obras Públicas, Uruguay.

Miranda, R., Galicia, D., Vilches, A., Bautista, C., Monks, S., Pulido, G., Gaspar S., Leunda P. M. (2008). *Fish community structure in relation to environmental factor on the Barranca de Metztitlán, Biosfera reserve (Hidalgo, México)*. Memorias. Cuadragésimo Congreso Anual del Consejo de Peces del Desierto. 40th Annual Meeting of the Desert Fishes Council., Cuatro Ciénegas, Coahuila, México 12 a 16 de Noviembre.

Naciones Unidas (1992) Agenda 21, [www.un.org](http://www.un.org).

Naciones Unidas (2002) Plan de Implementación de la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo.

Naciones Unidas (2003) Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Reglamento modelo, No. 1.

OrtizMonasterio, F., Cortinas, C. &Maffey, L (1987) Manejo de los desechos industriales en México. En Cortinas, C (1988). *Los residuos peligrosos en el mundo y en México*. México SEDESOL. Recuperado el 22 de agosto del 2013 desde <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/34.pdf>.

Paredes, M. (s.f.). Los residuos peligrosos y su regulación en el derecho internacional del medio ambiente. Recuperado el 16 de octubre de 2013 desde <http://www.teleley.com/revistaperuana/7paredes-65.pdf>.

Pérez, H. Derecho ambiental. Mc Graw Hill. México.2000.

Pérez, J. (2010) *Gestión de reiduos Industriales*. Guía para la Intervención de los Trabajadores Recuperado el 9 de Junio del 2013 desde <http://www.istas.net/risctox/abreenlace.asp?idenlace=7937>.

Periódico Oficial del Estado de Hidalgo (2008) Decreto Num. 213, Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo. Poder Ejecutivo Estatal. 16 de abril de 2001.Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 10 de marzo de 2008.

Plan de gestión de residuos peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco, 2003–2006.

PNUMA (1998) Vertedero de residuos industriales peligrosos. Manual de formación. Informe técnicos N°17, PNUMA IE/PAC, PNUMA EETU, ISWA.

Profepa y Semarnat.*Informe Anual Profepa 2010*. México. 2011.

PROFEPA (2011) *Criterios Aplicables a la Actuación de los Auditores Ambientales Dentro del Proceso de Auditoría Ambiental*. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Recueperado el 30 de mayo del 2013 desde [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3946/1/pnaa\\_criterios\\_de\\_aplicacion\\_para\\_audidores\\_\\_10-11-2011.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3946/1/pnaa_criterios_de_aplicacion_para_audidores__10-11-2011.pdf).

Puig, H. (1976) *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Missionarcheologique et ethnologiquefrançaiseaumexique. México: CNRS.

Ramírez, A., León, R., Valencia, A., Ortiz, R. y Acevedo, O. (2004) *Estado actual de algunos anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, basado en la NOM-059-ECOL-2001*. Memorias. VIII Reunión Nacional de Herpetología, 8-11 de noviembre, México, D.F.

Real, S. (2003) *Los Residuos Peligrosos en México: el caso Técnicas Medioambientales Tecmed S.A.* Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Sociales Departamento de Derecho, Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México.

Romero, R., Soares, D., Chávez, Y. y Camacho, H. (2007) *El agua en la Huasteca Hidalguense. Problemática y perspectivas para su manejo sustentable*. Gaceta del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua versión electrónica, No.8. Recuperado de: <http://www.imta.gob.mx/gaceta/anteriores/g08-12-2007/huasteca-hidalguense.html>.

Romero, T., Cortinas, C., y Gutiérrez, V. *Diagnóstico Nacional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en México* Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología 2009 México D.F. recuperado de [www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/608.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/608.pdf)

Schimmel, C. and Griffen, D. (1976) *Treatment and disposal of complex industrial wastes*. Washington, D.C.: USEPA (EPA-600/2-76-123).

Secretaría del Convenio de Basilea (2002) Manual de formación en gestión de residuos peligrosos para países en vías de desarrollo, ISWA, UNEP.

SHCP (2002) *Ley Para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. Publicada en el Diario oficial de la Federación. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Secretaría de Economía. Distrito Federal. Recuperado el 6 de Enero del 2014 desde [http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/MarcoJuridicoGlobal/Leyes/289\\_Ipdcmpme.pdf](http://www.shcp.gob.mx/LASHCP/MarcoJuridico/MarcoJuridicoGlobal/Leyes/289_Ipdcmpme.pdf).

SEMARNAP (1997) Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996–2000, Instituto Nacional de Ecología.

SEMARNAP, (1999) Los Medios de Comunicación y la Gestión del Medio Ambiente Urbano: Soles y Perspectivas en América Latina y el Caribel, Instituto Nacional de Ecología.

SEMARNAT (1988) Decreto que expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial de la Federación. 28 de enero de 1988. Última reforma 05 de julio de 2007.

SEMARNAT (1993) Norma Oficial Mexicana NOM–044–ECOL–1993, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 22 de octubre 1993.

SEMARNAT (1994) Norma Oficial Mexicana NOM–085–ECOL–1994, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 02 de diciembre de 1994.

SEMARNAT (1997) Norma Oficial Mexicana NOM–001–SEMARNAT–1996, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 06 de enero de 1997.

SEMARNAT (1999) Norma Oficial Mexicana NOM–041–ECOL–1993, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 06 de agosto de 1999.

SEMARNAT (2002) Norma Oficial Mexicana NOM–059–SEMARNAT–2001, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 06 de marzo de 2002.

SEMARNAT (2003) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 8 de octubre de 2004. Última reforma 22 de mayo de 2006.

SEMARNAT (2004) Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 20 de octubre 2004.

SEMARNAT (2005) *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Compendio de Estadísticas ambientales. Dirección General de Gestión de Materiales y Actividades Riesgosas. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México

SEMARNAT (2006) *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

SEMARNAT (2006) *Licencia Ambiental Unica (LAU):Instrutivo General*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F

SEMARNAT (2007). Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes. Volumen de residuos peligrosos generados. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2008) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, compendio de estadísticas Ambientales. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 17 de abril del 2013 desde [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_2008/pdf/completo.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/pdf/completo.pdf).

SEMARNAT (2008) *Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 17 de abril del 2013 desde [http://www.inecc.gob.mx/descargas/pnpgir\\_ver%20\\_int.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/pnpgir_ver%20_int.pdf).

SEMARNAT (2009) *Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008*. Compendio de estadísticas ambientales. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2010) Asesoría para el desarrollo de instrumentos y capacidades para el seguimiento y supervisión de los proyectos de ramo 16 Anexo 34, región sur, en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

SEMARNAT (2010). Guía de procedimiento para la solicitud de trámites sobre materiales y residuos peligrosos así como sitios contaminados de estos. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. recuperado 29 de Abril del 2013 desde <http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/Documents/Desarrollo%20de%20Instrumentos%20para%20el%20seguimiento%20de%20proyectos%20Regi%C3%B3n%20Sur.pdf>.

SEMARNAT (2012). *Informe de la situación del medio ambiente en México*. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y del desempeño ambiental. Capitulo 7 Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Edición 2012.

SEMARNAT (2012) *Generación Estimada de Residuos Peligrosos Según el Tipo de Industria*. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2012). *Guía para el almacenamiento de residuos peligrosos para generadores y prestadores de servicios*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2013) *Estimación de Residuos Peligrosos a Generar, Según Categoría de Generador y Sectros de Actividad, Indicado por Empresas Registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT*. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2014) *Empresas Autorizadas para el Manejo de Residuos Peligrosos*. Recuperado el 13 de Enero del 2014 de

<http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparencia-focalizada/residuos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos>.

SEMARNAT y PROFEPA (2004). *Informe Anual Profepa 2003*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Distrito Federal. México.

Sus (2006) *Análisis de Procesos de Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en Empresas Localizadas en el Estado de San Luis Potosí*. Tesis de Maestría. San Luis Potosí, S.L.P. México.

Tabares, F. y García, H. (2004), *Lineamientos para el Manejo Integrado de Residuos Peligrosos en el Sector Industria Química para la Construcción de Obras Civiles*. Monografía de Especialidad. Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil S. (1998) *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid: McGraw–Hill.

Terrones, A., Vargas, J., y Guzmán, E. (2011). *Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas en el Estado de Hidalgo*. En Serrano, T., & Ortiz, A.,(Eds), *La investigación Social en México, 2011*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades. Pachuca de Soto, Hidalgo. México.

Universidad de Salamanca (2011) *Manual de Gestión de Residuos Peligrosos*.

US EPA, (2003) Aspectos sociales de la ubicación de instalaciones de residuos peligrosos, [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

USEPA (1973) *Guide for compiling a comprehensive emission inventory*. Washington: United States Environmental Protection Agency.

USEPA (1977) *State Decision–makers guide for hazardous waste management*. Washington: United States Environmental Protection Agency (SW612).

UTHH. (2008) *Agenda ambiental de prioridades para la huasteca hidalguense*. Huejutla, Hidalgo: Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense–SEMARNAT.

UTTT (2006) *Programa institucional de desarrollo ambiental 2005–2009*. Tula de Allende, Hidalgo: Universidad Tecnológica de Tula–Tepeji.

Villavicencio, M., Escandón, B. y Aguirre, A. (2005) *Guía de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí–Tepehua, Hidalgo I*. Pachuca, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Villegas, E (2011). *Análisis del Marco Legal en Materia de Ingeniería Ambiental en la Republica Mexicana*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Poza Rica. Veracruz.

Wark, K. y Warner, F. (2006) *Contaminación del aire. Origen y control*. México: Limusa.

Weitzenfeld, H. (1989) *Evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental (Aire, Agua y Suelo)*. Metepec, Edo. México: ECO–SEDUE.

WHO (1971) Solid Waste disposal and control, *Technical Report Series*, No. 484, Ginebra, World Health Organization.

WHO (1977) *Toxic and hazardous waste*. Copenague: Regional Office Europe (Rept. ICP/CEP 402).

WHO (1982) *Rapid Assessment of sources of air, water and land pollution*. Ginebra, World Health Organization.

WHO (1983) *Compendium of environmental guidelines and standards for industrial discharges*. Ginebra: World Health Organization.