

56
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

LA SITUACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN MEXICO

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A :
LUIS ANTONIO TADEO ROSAS



1998

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

258554



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

"Otros menos agraciados, menos ingeniosos, paseaban por la vida rodeados de cómplices, amigos, aliados. El estaba siempre solo. Los demás sentían un peligro latente en su presencia"

Los retos de la Razón.

Baces, J.

A mis padres por predicar con el ejemplo.

A Teté por su paciencia.

ÍNDICE.

	pág.
INTRODUCCIÓN	i
1. FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS	1
1.1. ¿Qué son los residuos peligrosos?.....	1
1.2. Fuentes generadoras.....	2
1.2.1. Domésticos.....	3
1.2.2. Agrícolas.....	4
1.2.3. Centros de salud humana y veterinaria.....	5
1.2.4. Industriales y mineros.....	6
1.3. Diversidad en los residuos peligrosos y limitaciones para elaborar inventarios.....	10
2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	14
3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DISPONIBLES	19
4. GESTIÓN AMBIENTALMENTE ADECUADA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	23
4.1. Reducción.....	23
4.2. Reutilización y reciclamiento.....	23
4.3. Tratamiento.....	24
4.3.1. Físico.....	24
4.3.2. Químico.....	25
4.3.3. Biológico.....	25
4.3.4. Térmico.....	26
4.3.5. Estabilización-solidificación.....	27
4.4. Depositación.....	28
4.4.1. Confinamiento controlado.....	28
5. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	31
5.1. La política ambiental mexicana.....	31
5.2. Marco regulatorio.....	36
5.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).....	36
5.2.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.....	37
5.2.3. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a los residuos peligrosos.....	37
5.2.4. Últimas modificaciones a la LGEEPA.....	41
5.2.5. Limitaciones del marco regulatorio.....	43
5.3. Marco institucional.....	45
5.4. Programas y acciones del gobierno federal para su manejo.....	47

6. CONTEXTO INTERNACIONAL	54
6.1. Residuos peligrosos en la región Frontera Norte.....	54
6.2. Implicaciones de la integración económica.....	57
6.2.1. ¿Importar o no importar?.....	59
6.3. Convenios Internacionales.....	59
6.3.1. Perspectivas con las que se ha enfocado a los problemas ambientales.....	59
6.3.2. Antecedentes.....	60
6.3.3. Convenio de Basilea.....	60
6.3.4. Acuerdo de la Paz.....	63
6.3.5. Organización para la cooperación y el desarrollo económico.....	64
6.3.6. Acuerdo de cooperación sobre medio ambiente en América del Norte.....	66
6.3.7. Otros convenios.....	68
7. EFECTOS QUE OCASIONA EL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	69
7.1. Residuos y problemas ambientales.....	69
7.2. Sustancias químicas y evaluación de riesgos.....	72
7.3. Efectos en el medio ambiente.....	74
7.3.1. Efectos en los cuerpos de agua.....	76
7.3.2. Efectos en la biota.....	77
7.4. Efectos en la salud humana.....	77
7.4.1. Limitantes en las pruebas de toxicidad.....	79
7.4.2. Afecciones por exposición a residuos peligrosos.....	80
7.4.3. Sustancias químicas prioritarias.....	83
7.5. Riesgo por accidentes o contingencias.....	86
7.6. Incidentes por manejo inadecuado de residuos peligrosos.....	86
8. FACTORES DETERMINANTES PARA UBICAR SITIOS QUE ALBERGUEN INFRAESTRUCTURA	92
8.1. Actores involucrados en el rechazo a la construcción de infraestructura.....	92
8.2. Requisitos legales para ubicar sitios destinados para albergar confinamientos controlados.....	93
8.3. Ejemplos de investigaciones realizadas con el objetivo de ubicar sitios para construir infraestructura.....	95
9. RESULTADOS	101
9.1. Discusión de resultados.....	102
9.2. Sugerencias.....	104
10. BIBLIOGRAFÍA	105
11. ANEXO	108

INTRODUCCIÓN.

A pesar de que la generación de residuos peligrosos es un hecho cotidiano en México, la atención hacia ellos por parte de organismos o instituciones es en realidad un fenómeno relativamente reciente.

La parte mas importante en la historia del deterioro ambiental y daños a la salud por residuos peligrosos se ubica en los últimos treinta años, como resultado del desarrollo y agudización de múltiples desequilibrios de carácter económico, urbano y social.

Entre ellos destaca la ampliación de la frontera agrícola que condujo a los plaguicidas y fertilizantes a nuevos escenarios; el rápido crecimiento de la población que aumentó la cantidad de productos desechados de uso doméstico elaborados con sustancias peligrosas y la tasa de explotación de recursos naturales siempre realizada con métodos y técnicas generadoras de residuos; y principalmente el haber apostado el crecimiento económico del país en la actividad productiva de la industria a través de polos de desarrollo, para lo cual se favoreció su concentración y el uso ineficiente de insumos y materia prima en un esquema de proteccionismo que hizo innecesaria la adquisición de nuevos procesos y equipos menos contaminantes.

La situación que presentan los residuos peligrosos en el país no son un hecho fortuito que puedan ser explicados mediante una relación simple causa-efecto. Por el contrario, son un fenómeno complejo que depende de numerosas variables que pueden resumirse de la manera siguiente: (figura 1). En primera instancia están las preferencias sociales expresadas por las variables económicas (como los precios) y los marcos normativos e institucionales que orientan la conducta de los individuos como productores y consumidores.

Este hecho moldea la dinámica de las actividades económicas e influye de manera definitiva en las características de los residuos peligrosos como son su cantidad, composición, distribución geográfica e infraestructura para su tratamiento entre muchos otros.

Una vez generados, si se les maneja inadecuadamente pueden ocasionar

INTRODUCCIÓN

efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana. La gravedad de estos efectos, la percepción que sobre estos tenga la opinión pública y la actuación de las autoridades, pueden modificar las preferencias sociales, retroalimentando el proceso.

En consecuencia, resulta claro como las decisiones para darles una gestión ambientalmente adecuada requieren de una labor integral de análisis, evaluación

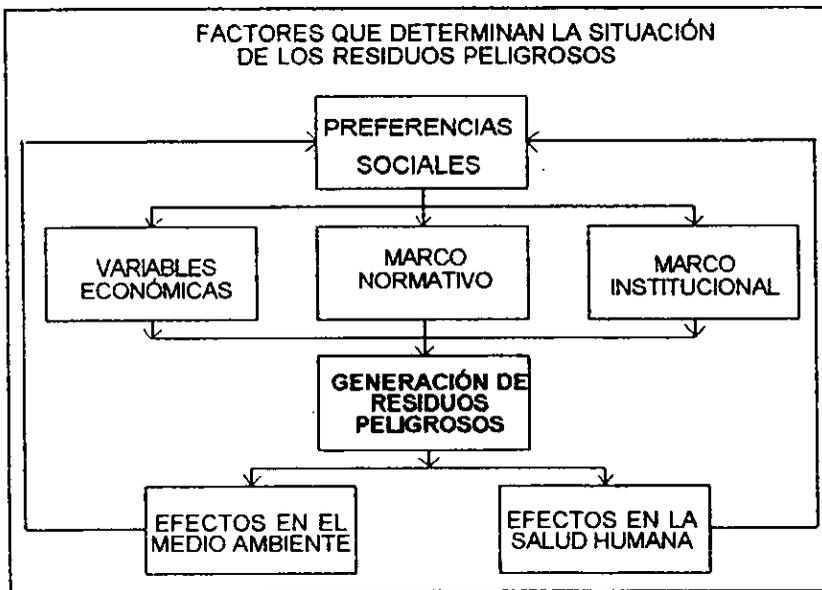


figura 1. La situación de los residuos peligrosos en el país puede ser explicada por los elementos de este sistema, donde las preferencias sociales son el factor de mayor peso. Elaboró: Luis Antonio Tadeo Rosas.

e instrumentación muy cuidadosa que apenas empieza. A lo largo del texto se muestran los principales puntos al respecto.

Por motivos prácticos y por tratarse de un enfoque básico que no intenta profundizar en ninguno de los aspectos, el orden de los capítulos y párrafos no corresponde estrictamente al flujo de temas de la figura 1. Se considera

INTRODUCCIÓN

que con la secuencia seleccionada se logra una estructura orgánica mas simple que facilita su utilización con fines de consulta.

Se comienza con lo elemental: a partir de la definición de residuos peligrosos y de sus posibles fuentes, haciendo hincapié en el importante papel que al respecto desempeña la industria. Enseguida se menciona su distribución espacial y la infraestructura y los servicios disponibles con los que cuenta México para darles un manejo ambientalmente seguro. La principal finalidad hasta esta parte es mostrar el desbalance entre la cantidad generada y la capacidad instalada para su gestión.

De ahí se pasa a una revisión cronológica de la política ambiental mexicana que nos sirve de referencia para abordar el marco normativo e institucional que los rige, así como los compromisos internacionales contraídos por México en la materia.

Una vez expuesto lo incierto de su destino final y las variables institucionales y jurídicas que los determinan, se mencionan sus posibles efectos en el medio ambiente y en la salud de la población humana.

Para finalizar se centra la atención en lo referente a la ubicación de sitios para albergar infraestructural: los actores involucrados en su construcción, los requisitos legales y algunas investigaciones que se han realizado al respecto.

1. FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS.

1.1 ¿Qué son los residuos peligrosos?

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) dice que los residuos peligrosos son un grupo de contaminantes constituidos por aquellos subproductos generados durante o al final de un proceso de producción o por el consumidor final, que no tienen valor positivo ni mercado y que presentan al menos una de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosa. Al conjunto de estas características se le denomina CRETIB por ser la conjunción de la primera letra de cada una.

El título I, capítulo 1º, artículo 3º, fracción XXXII de la citada ley, aprobada en 1988, los define como: "todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables y biológica-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente"¹

La definición de residuo, en la fracción XXXI es: "Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya finalidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Estas definiciones son el marco conceptual que utiliza la NOM-CRP-001-ECOL/93 para diferenciar entre un residuo peligroso y otro no peligroso. Se basa en cuatro listados:

- 1 "Clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso"
 - 2 "Clasificación de residuos por fuente no específica",
 - 3 "Clasificación de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas"
 - 4 "Clasificación de residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas"
- Y en la presencia de al menos una característica CRETIB.

1. A los residuos radioactivos siempre se les ha catalogado como diferentes aunque sus características coincidan con la definición de los peligrosos.

FUENTES GENERADORAS

A continuación se presenta una definición sencilla y los límites máximos permitidos.

Corrosividad. Capacidad de desgastar lentamente. En solución acuosa presenta un pH menor o igual a 2 o mayor a 12.5. En estado líquido es capaz de corroer acero al carbón (SAE 1020) a una velocidad de 6.35 mm al año a 55° C.

Reactividad. Aptitud para interactuar químicamente con otro elemento o sustancia liberando energía. Es inestable y capaz de reaccionar violentamente, o bajo condiciones de golpe o presión, temperatura o espontáneamente se descompone, se combina o se polimeriza vigorosamente.

Explosividad. Potencialidad de provocar la liberación espontánea de energía química. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25° C y a una presión de 1.033 kg/cm².

Toxicidad. Capacidad de provocar enfermedades o la muerte. Rebaza la concentración máxima permitida de los constituyentes enlistados en el cuadro 13. (ver página 37).

Inflamabilidad. Capacidad de incendiarse produciendo llamas. Si tiene un punto de inflamación inferior a 60° C o contiene más de 24 % de alcohol.

Biológico infeccioso. Si contiene microorganismos o sus toxinas que causen efectos nocivos a los seres vivos.

Si un residuo está en los listados se dice que es un residuo peligroso "por definición" y se le realizará un examen físico-químico-biológico para determinar sus valores CRETIB; si en éste resulta que al menos excede uno de los límites establecidos entonces también es un residuo peligroso "por prueba" y deberá cumplir con el reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos. Si resulta que no los excede puede ser exceptuado de ser considerado residuo peligroso a criterio del Instituto Nacional de Ecología (INE).

Un residuo que no se encuentre en las listas también es considerado peligroso si excede uno o mas de los límites CRETIB. Es un residuo peligroso "por prueba" y debe sujetarse también al reglamento respectivo.

1.2 Fuentes generadoras.

El término "residuo peligroso" adquirió importancia cuando se le utilizó para nombrar a un grupo de efluentes de la industria, diferentes a las descargas de aguas residuales y de emisiones a la atmósfera. Posteriormente el avance de la ciencia y tecnología hizo que al grupo de los "residuos peligrosos" se le encuentre no solo en los residuos industriales. Ha rebazado sus límites referidos a los remanentes de los procesos industriales para extenderse y albergar mas contaminantes, en dos sentidos:

Vertical, pues trascendió a los "residuos" o materiales que ya no se puede o no conviene volver a utilizar en un proceso de producción, dirigiéndose hacia abajo de la línea productiva, esto es hacia los "desechos" o materiales terminados que han perdido sus cualidades o no resultaron con la calidad deseada.

Horizontal, ya que se extendió de los materiales generados en la industria, que siguen siendo los mas numerosos y diversos, a los que se originan en otros lugares como son los talleres automotrices, hospitales y laboratorios, centros de educación, comercios y hogares entre otros.

Por tanto los residuos peligrosos son un grupo cada vez mas numeroso y diverso, cuyos componentes ya no se significan solamente en esa imagen de recipientes apilados en el patio de una industria o abandonados en un paraje lejano.

La influencia de su origen es notoria en la abrumadora prevalencia de lo industrial en la elaboración de leyes y métodos de manejo, intentos para estimar el volumen de generación y en general en la de por sí, escasa información existente sobre el tema. De los industriales se sabe poco, de los demás casi nada. Sin embargo paulatinamente se percibe una mayor atención hacia el tema de los residuos peligrosos con su gradual decantación hacia otras fuentes diferentes a las industriales.

A las fuentes generadoras se les puede dividir de la siguiente manera:

1.2.1. Domésticos.

Como resultado de muchas de nuestras actividades domésticas diarias se generan basura o desechos. Los que no tienen alguna característica CRETIB se les nombra desechos sólidos o desechos municipales, el resto son residuos

peligrosos de origen doméstico.

Hay pocos y muy diferentes datos con respecto a las estimaciones de la cantidad producida, pero las cifras oscilan entre los 7,000 y 21,000 toneladas al año tan solo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) que invariablemente van a parar a los rellenos sanitarios municipales o se quedan en la vía pública (hay que recordar que solo se recoge 25 % de la basura domiciliaria en la ZMCM) con grave perjuicio principalmente en la salud de las personas que trabajan con ella y en los depósitos de agua superficiales y subterráneos.

Productos de aseo o limpieza (desinfectantes, limpiadores de desagües, retretes y ventanas, blanqueadores y amoníaco); productos para pintura y construcción (pinturas a base de latex y aceite, disolventes y removedores, colorantes, barnices y lacas, preservativos para madera); productos para jardinería y control de plagas (plaguicidas, fertilizantes, pesticidas); productos para el automóvil (aceite usado, anticongelante, ácido para baterías, líquido para frenos y transmisión) y pilas secas (de mercurio y cadmio), pinturas y tintas para artistas, pegamentos (colas y cementos), cosméticos y medicamentos caducos son algunos entre muchos ejemplos de mercancías cuyos envases desechados pueden generar residuos peligrosos .

1.2.2. Agrícolas.

Los datos mas recientes estiman que en 1984 se utilizaron en el país 32,000 toneladas de insecticidas y plaguicidas. En cuanto a los fertilizantes se calculan 4 millones los utilizados en 1991.

Las condiciones de su manejo no son por mucho las recomendadas, sobre todo si tenemos en cuenta que es en las zonas rurales donde mas se adolece la falta de información debido a diversos factores, entre los que sobresalen su dispersión y distancia de los centros urbanos que centralizan los recursos siempre insuficientes.

Los residuos peligrosos provenientes de las actividades agrícolas son principalmente de dos tipos:

1. Los residuos de las agroindustrias y exportaciones pecuarias por su potencialidad de presentar condiciones de pH, emanaciones

de gases o sustancias tóxicas presentes en su composición. Ejemplo de estos son los que resultan del beneficio del café, la producción de azúcar y de las industrias concentradoras de jugos.

2. Los residuos de agroquímicos. Quienes pueden dividirse en
 - a) las llamadas "aguas de retorno" que son los fertilizantes y plaguicidas en solución contenidos en el agua de riego o lluvia y que son arrastrados hasta los cuerpos de agua y
 - b) los envases desechados de plaguicidas y fertilizantes supuestamente vacíos, pues estos pueden provocar diferentes eventos como incendios, explosiones, nubes tóxicas e incluso intoxicación por usarlos para almacenar alimentos y agua.

Su importancia dentro de la problemática que representan los residuos peligrosos se evidencia en la lista de las veinte sustancias más frecuentemente encontradas en sitios contaminados con residuos peligrosos en donde tres lugares le corresponden a plaguicidas.¹

1.2.3. Centros de salud humana y veterinaria.

Esta fuente se refiere a los residuos biológico-infecciosos, aunque también de los centros de salud y veterinaria salen residuos peligrosos sin actividad biológica e incluso radioactivos (recuérdese el incidente con cobalto 60 en Chihuahua en 1984).

En la NOM-087-ECOL/95 se les define como "el que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contienen toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se genera en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios".

Se estima que el sector salud del país produce diariamente 350 toneladas. Al año son más de 127,000 toneladas, de las cuales se les da tratamiento adecuado al 35%, o sea a 44,450.

Los seis grupos en que se dividen según el segundo listado de la NOM-

1. Véase el capítulo 7.4.3.

CRP-001-EOL/93 se complementan con la clasificación de la NOM-087-ECOL/95, en la que destacan los residuos que tengan sangre; cultivos y muestras clínicas; equipo, material y objetos contaminados durante la atención al paciente; cadáveres de animales o partes de estos y tejidos, órganos, partes y fluidos que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún tipo de intervención.

1.2.4. Industriales y mineros.

Los residuos industriales son salidas intermedias de materiales en cualquier estado físico antes de que el proceso de producción culmine en un producto final con valor de mercado positivo (figura 2).

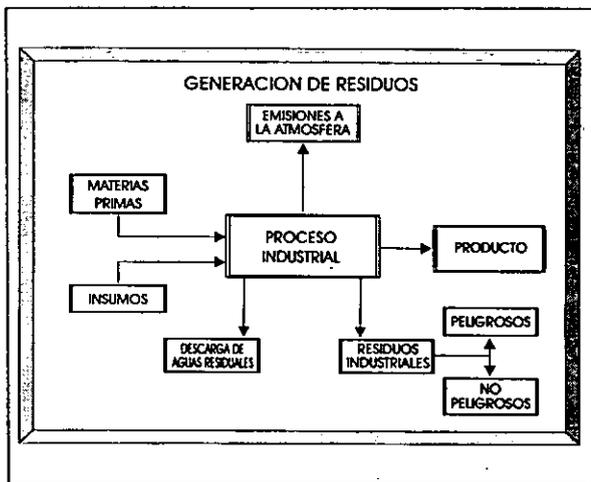


figura 2. La transformación de las materias primas y los insumos dentro de un proceso industrial puede generar: productos, emisiones a la atmósfera, aguas residuales, residuos peligrosos y no peligrosos. Fuente: PUMA, 1994

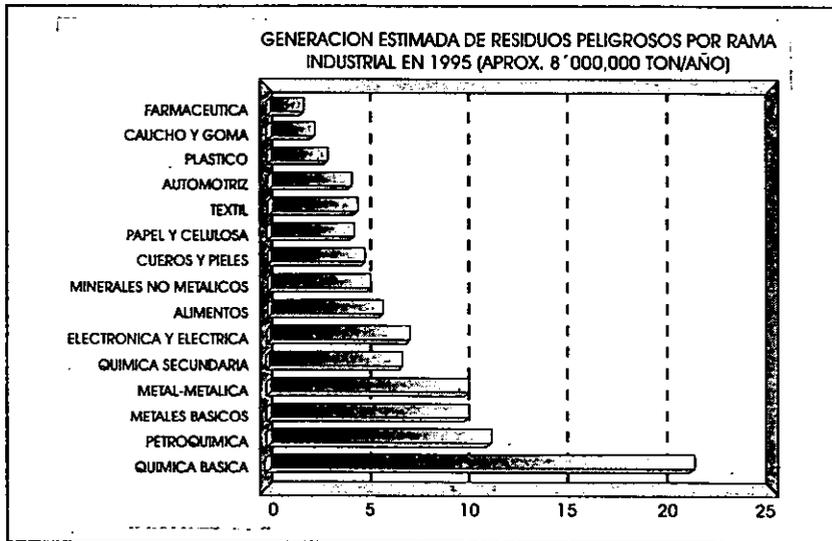
metalúrgica básica con el 10 % y la industria eléctrica con el 8 % (gráfica 1).

Los solventes son el tipo de residuos peligrosos mas generados, seguido de los aceites y grasas. (gráfica 2).

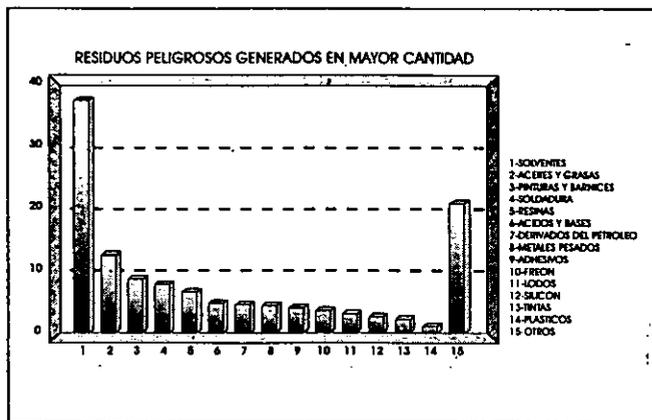
El volumen estimado de generación de residuos peligrosos de origen industrial en el país es de 8 millones de toneladas anuales sin incluir a los jales mineros quienes también pueden ser peligrosos.

Los principales generadores por rama industrial son: las industrias química básica, secundaria y petroquímica con el 40 %, le siguen las industrias metalmeccánica y

FUENTES GENERADORAS



gráfica 1. La química básica es notoriamente la rama industrial mas generadora de residuos peligrosos. Fuente: SEMARNAP, 1997



gráfica 2. Los solventes son el tipo de residuos peligrosos generados en mayor cantidad, lo que es alentador pues requieren tecnologías relativamente sencillas para tratarse. Fuente: PUMA, 1996-2

FUENTES GENERADORAS

Además de satisfacer la demanda de bienes socialmente deseables, buena parte de la fortaleza económico-social del país se basa en la industria. Su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) fue de 29 % en 1996, además aporta la mayor parte de las divisas, paga los salarios mas altos, absorbe mano de obra expulsada de la agricultura, ocupa a 24% de la población trabajadora y dinamiza y afianza al sector servicios con lo que surgen y se desarrollan esos catalizadores del ingenio humano que son las ciudades.

La planta industrial está constituida por cuatro sectores: 1. minería y extracción del petróleo; 2. manufactura; 3. construcción y 4. electricidad, gas y agua. En el cuadro 1 se muestran a estos sectores divididos por rama de actividad, su aportación al PIB nacional y el número de unidades.

Es conveniente abundar en la minería por ser uno de los generadores mas importantes.

El aumento de la población crea una mayor presión sobre la demanda de recursos primarios como la minería. Esto origina que cada vez sea mas rentable explotar yacimientos con menor proporción de material valioso lo que redundo en una mayor generación de residuos.

Se calcula entre 300,000 y 500,000 toneladas diarias la producción de residuos mineros. Al año son entre 10.9 y 18.2 millones de toneladas, muchos de los cuales pueden ser peligrosos. La peligrosidad en los residuos de una mina que explota yacimientos metálicos está relacionada principalmente con la toxicidad potencial de sus compuestos y elementos. Los elementos potencialmente tóxicos mas encontrados en los jales del país son el plomo, cadmio, zinc, arsénico, selenio y mercurio. En las no metálicas la depositación de polvos en organismos, suelos y cuerpos de agua pueden provocar problemas.

La naturaleza de los residuos depende de las especies mineras presentes en el yacimiento, el proceso y la manera en que se depositen, por lo que cada caso es diferente.

La extracción de material puede realizarse por minado a cielo abierto o por minado subterráneo. El segundo se utiliza para vetas o mantos con alta concentración y el manejo de residuos en él implica altos gastos económicos, además muchas veces los residuos generados se utilizan para rellenar túneles. Estas son las causas de que el minado a cielo abierto sea el que más residuos

FUENTES GENERADORAS

CUADRO 1	
SECTORES DE LA INDUSTRIA	
SECTORES	Unidades industriales
Miinería y extracción del Petróleo	2 402
Subsectores	
Carbón	46
Petróleo y gas natural	33
Extracción de minerales metálicos	678
Explotación de minerales no metálicos	1 645
Industrias manufactureras	141 446
Subsectores	
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	51 151
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	16 853
Industrias y productos de madera (incluye muebles)	16 141
Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	7 952
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, del hule y del plástico	5 472
Productos minerales no metálicos (excluye los derivados del petróleo y del carbón)	14 502
Industrias metálicas básicas	932
Productos metálicos, maquinaria y equipo (incluye instrumentos quirúrgicos de precisión)	26 945
Otras industrias manufactureras	1 498
Industria eléctrica	36
Subsector	
Electricidad	36
Industria de la construcción	5 308
Subsector	
Construcción	5 308

La industria del país está constituida por más de 149, 000 unidades industriales, la mayor parte corresponden al sector manufacturero. Fuente: PUMA, 1997

genera, pues la proporción de material desechado contra material utilizable (descapote) puede variar desde uno a uno hasta uno a seis.

Durante el beneficio, el método casi siempre utilizado es el de flotación selectiva que requiere la adición de reactivos para hacer que flote o se hunda el metal o mineral no metálico que interesa separar. Normalmente solo 10% del material proveniente del minado es el valioso. los desechos sólidos restantes se les conoce como jal o jales. Normalmente tienen trazas del metal y del aditivo por lo que en las presas donde se depositan -presas de jales- pueden exponerse al intemperismo y liberar las sustancias nocivas al medio ambiente.

Otros residuos peligrosos que resultan de la actividad minera son los aceites gastados y los disolventes.

1.3. Diversidad de los residuos peligrosos y limitaciones en los inventarios.

Dos unidades industriales del mismo sector, incluso dos que fabriquen el mismo producto, no necesariamente generan residuos en cantidad y composición físico-química igual. Pueden ser desde inocuos hasta muy peligrosos. Esto se explica por las diferencias que existen en los procesos, en las operaciones unitarias, en los equipos y en los materiales utilizados.

Las operaciones unitarias son las fases en que se divide a los procesos productivos, conocer algunas de sus características permite entender el tipo de residuos industriales generados. La relación entre el tipo de operación unitaria y el tipo de residuo que genera¹ se menciona en el cuadro 2.

La cantidad y peligrosidad tampoco está en función del tamaño de la empresa. Aunque comparando la cantidad de producto terminado versus la cantidad de residuos peligrosos puede observarse una menor producción relativa de las grandes empresas. Situación que claramente se explica por su capacidad financiera para invertir en equipo anticontaminante.

Como se puede ver la complejidad en la composición y la diversidad de fuentes son algunas de las dificultades inherentes a su génesis que dificultan hacer un inventario que contenga la cantidad generada a nivel nacional, la composición porcentual por fuentes y ramas, su agrupación por composición química, estado físico, peligrosidad y distribución geográfica, entre muchos otros rubros.

Sin embargo ninguna de las dificultades que pudieran surgir es lo suficientemente grande o compleja para poder explicar la no existencia de un inventario confiable a diez años de entrada en vigencia del reglamento en materia de residuos peligrosos. No cabe duda que el principal obstáculo con el que se han encontrado las autoridades ambientales es su negligencia y el no querer trabajar más allá de los discursos.

1. En SEMARNAP, 1996-2 se encuentra una explicación sencilla, de los procesos industriales más importantes.

CUADRO 2	
TIPOS DE OPERACIONES UNITARIAS	TIPOS DE RESIDUOS QUE GENERAN
Absorción (purificación de corrientes gaseosas)	Lodos y líquidos
Adsorción (transferencia de masa)	Lodos
Centrifugación (separación de líquidos y sólidos)	Sólidos o líquidos residuales
Condensación (transformación de vapor en líquido)	Líquidos residuales
Cristalización (obtención de cristales)	Aguas madres y líquidos residuales
Decantación (separación de líquidos)	Lodos y líquidos residuales
Decapado (eliminación de capa incrustante)	Lodos y líquidos residuales
Destilación (eliminación de componentes)	Lodos, breas, cabezas y colas líquidas o gaseosas
Electrodeposición (concentración de iones metálicos)	Soluciones gastadas, lodos y electrodos gastados
Evaporación (convertir líquido en vapor)	Purgas de limpieza y líquidos residuales
Extracción (líquido-sólido/sólido-líquido)	Lodos y líquidos residuales
Filtración (separación de sólidos de líquidos)	Sólidos o líquidos residuales
Flotación (concentración de minerales)	Ganga, sólidos residuales, aceite
Fundición (fusión de materiales)	Escorias, arenas, polvos, gases
Intercambio iónico (sustitución de electrolitos)	Soluciones agotadas y lodos
Molienda (subdivisión de sólidos)	Sólidos y lodos
Prensado (separación de líquidos de sólidos)	Líquidos residuales
Reacción (reacción química)	Catalizador gastado, sedimentos, lodos, líquidos
Secado (eliminación de humedad)	Sólidos o líquidos residuales, lodos
Sedimentación (asentamiento por gravedad)	Sedimentos o líquidos residuales
Teñido (coloración de materiales)	Líquidos residuales y lodos
Tratamiento de aguas (filtración, sedimentación, descomposición aeróbica en lodos activados)	Lodos

El número de operaciones unitarias utilizadas por la industria es muy elevado. Estas son algunas de las mas importantes y el tipo de residuos que generan. Fuente: PUMA, 1996-2

FUENTES GENERADORAS

Se han realizado muy pocos esfuerzos en la elaboración de un inventario de generación y un sistema de información para el control del movimiento transfronterizo. Se sabe de la existencia de los que se enlistan a continuación aunque ninguno de ellos ha sido publicado.

- a) Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), en 1988 contrata a SISSA.
- b) Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA) en 1993 encarga a Diseños Hidráulicos y Tecnológicos Ambientales S. A. un estudio para la identificación de residuos peligrosos en la frontera norte.
- c) Instituto Nacional de Ecología (INE), en 1992/93 encarga a LOGICELS S. A. un sistema de información de movimientos transfronterizos llamado REPE.
- d) Environment Protection Agency (EPA), como resultado del Acuerdo de Paz firmado en 1983 hace el Hazardous Waste Tracking System (HAZTRACKS), que es un sistema de información para el control de movimientos en la frontera norte.
- e) Departamento del Distrito Federal (DDF) en 1992 encarga a CMPCC y SM Dynamics un inventario de generación de residuos peligrosos industriales en la ZMCM. Su resultado mas los datos que recaba el INE, los del censo industrial y validaciones en campo, son las fuentes que se utilizaron para estimar la "cantidad oficial" producida a nivel nacional.

Las deficiencias comunmente encontradas en los datos de estas y todas las fuentes son:

1. los datos provienen de encuestas parciales, documentos no sistematizados o calculados indirectamente con base en la producción industrial y otros factores realizados originalmente para otros países.
2. Se obtienen sumando cantidades de residuos de diferente grado de peligrosidad, incluyendo no peligrosos, cuya composición química es variable,
3. La información sobre la naturaleza de los desechos es incompleta,

FUENTES GENERADORAS

especialmente en lo referente a la composición química.

4. No hay estimaciones de ninguna clase sobre los residuos peligrosos de las otras fuentes distintas a la industrial.
5. Las unidades de masa o volumen no corresponden al estado físico del residuo (líquido o sólido) o no corresponden al sistema internacional y no se informa la densidad de los materiales.

Un inventario de generación veraz es la base de toda política de manejo de residuos peligrosos por lo que para realizarlo se necesita tomar como recomendaciones las deficiencias del párrafo anterior, además de hacer una amplia cobertura regional y sectorial.

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

Por lo que hemos anotado los residuos peligrosos se encuentran en las zonas urbanas, industriales, agrícolas y mineras. Prácticamente están en todos los lugares donde hay algún tipo de actividad económica.

El nivel actual de investigación solo permite delimitar regiones por volumen de generación a *grosso modo*. Es evidente que es un terreno donde como profesionales hay mucho por hacer.

Por sus actividades industriales la Comisión Nacional de Ecología identificó en 1991, 22 zonas con la mayor concentración de residuos peligrosos (mapa 1).

- Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- Coatzacoalcos-Minatitlán, Veracruz .
- Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.
- Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León.
- Conurbación de La Laguna, Coahuila;
- Salamanca-Celaya-Irapuato-León, Guanajuato.
- Querétaro-Sán Juan del Río, Querétaro.
- Tampico-Ciudad Madero-Altamira, Reynosa, Tamaulipas.
- San Luis Potosí, San Luis Potosí.
- Zona Fronteriza.
- Tijuana, BCN.
- Camargo, Chihuahua.
- Lázaro Cárdenas, Michoacán.
- Puebla-Texmelucan, Puebla.
- Tlaxcala, Tlaxcala.
- Tula, Hidalgo.
- Aguascalientes, Aguascalientes.
- Orizaba-Cordoba-Veracruz-La Cangrejera-Cosoloacaque, Veracruz.
- Salina Cruz, Oaxaca.
- Cactus, Chiapas.
- Ciudad Pemex-La Venta, Tabasco.
- Corredor Industrial Lerma-Toluca, Estado de México.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

MAPA DE ZONAS DE MAYOR CONCENTRACION DE RESIDUOS PELIGROSOS

SIMBOLOGIA

— Límites de las entidades federativas

● Zonas de mayor concentración.

- 1. ZONA INDUSTRIAL VAL DE MEXICO
- 2. ZONA INDUSTRIAL MEXICALCO
- 3. ZONA INDUSTRIAL DE CHIMALMA, CAL.
- 4. ZONA INDUSTRIAL DE LA LAGUNA, CAL.
- 5. CALIQUILA, OTE.
- 6. TOLUCA, OTE.
- 7. SAN JUAN, OTE.
- 8. TAMPICO, TAMA.
- 9. SAN JUAN DEL RIO, OTE.
- 10. TAMPICO, TAMA.
- 11. TAMPICO, TAMA.
- 12. TAMPICO, TAMA.
- 13. SAN JUAN, OTE.
- 14. TAMPICO, TAMA.
- 15. SAN JUAN, OTE.
- 16. TAMPICO, TAMA.
- 17. TAMPICO, TAMA.
- 18. TAMPICO, TAMA.
- 19. TAMPICO, TAMA.
- 20. TAMPICO, TAMA.
- 21. TAMPICO, TAMA.
- 22. TAMPICO, TAMA.
- 23. TAMPICO, TAMA.
- 24. TAMPICO, TAMA.
- 25. TAMPICO, TAMA.
- 26. TAMPICO, TAMA.
- 27. TAMPICO, TAMA.
- 28. TAMPICO, TAMA.
- 29. TAMPICO, TAMA.
- 30. TAMPICO, TAMA.
- 31. TAMPICO, TAMA.
- 32. TAMPICO, TAMA.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FYLLUNAM

COLEGIO DE GEOGRAFIA

Elaboró y dibujó:

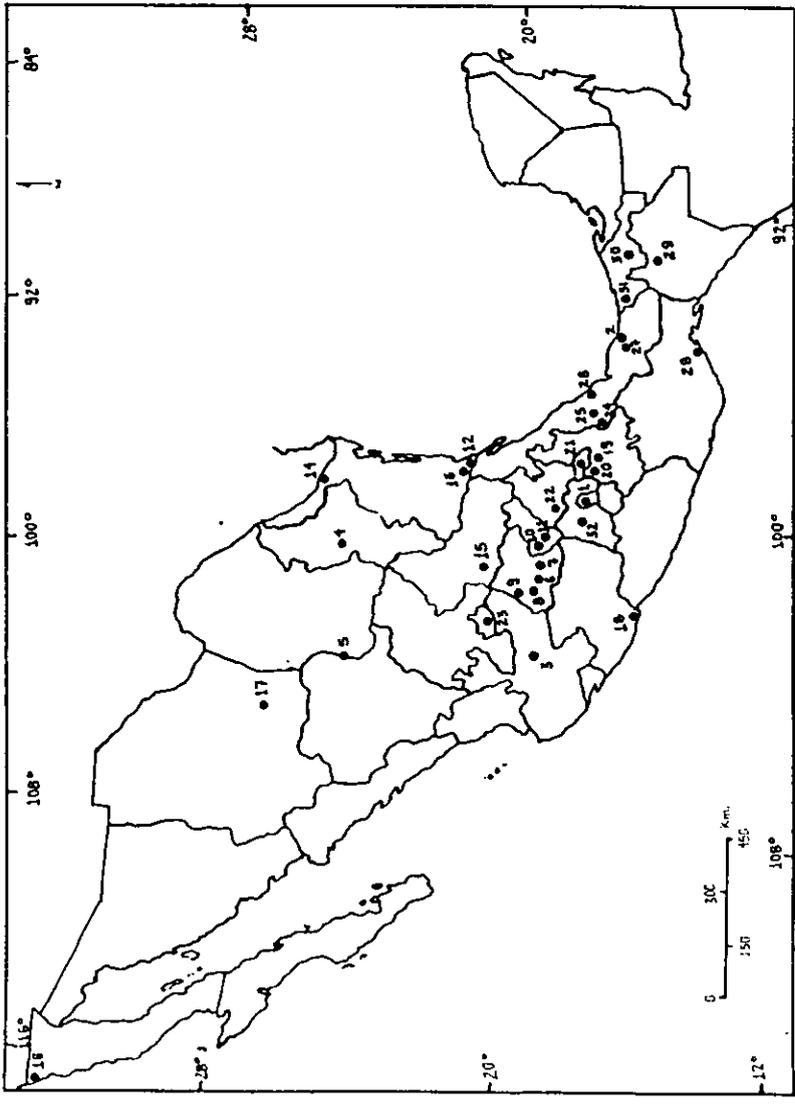
Luis Antonio

Tadeo Rosas

Con base en FUMA, 1986-2

Escala: 1:15,000,000

MAPA 1



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El INE para efectos del control de los residuos peligrosos industriales divide al territorio en 5 regiones (mapa 2):

-**Fronteriza**, comprende las principales áreas industriales ubicadas en la franja colindante con los Estados Unidos de América.

-**Norte**, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Colima y Jalisco.

-**Centro**, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo y Distrito Federal.

-**Golfo**, Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.

-**Sureste**, Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.

Como puede observarse en la gráfica 3 y cuadro 3, al igual a lo que sucede con muchos otros aspectos de nuestro país, la zona centro concentra la mayor cantidad de residuos peligrosos industriales y seguramente de los domésticos. También vale la pena señalar que la zona centro y la zona norte comprenden juntas el 88 % del total nacional.¹

CUADRO 3		
GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS POR REGIONES (1994)		
REGIÓN	GENERACIÓN (miles de ton.)	%
Franja fronteriza	62	0.78
Norte	2 006	25.08
Centro	5 067	63.34
Golfo	602	7.52
Sureste	262	3.28
Totales	8 000	100.00

Más del 88 % de los residuos peligrosos generados en el país provienen de las zonas centro y norte. Fuente: SEMARNAP, 1996-2

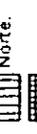
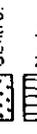
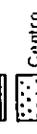
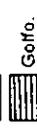
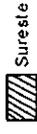
1. Otras características de la región Frontera Norte están en 6.1

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
MAPA DE REGIONES DE GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS

SIMBOLOGIA:

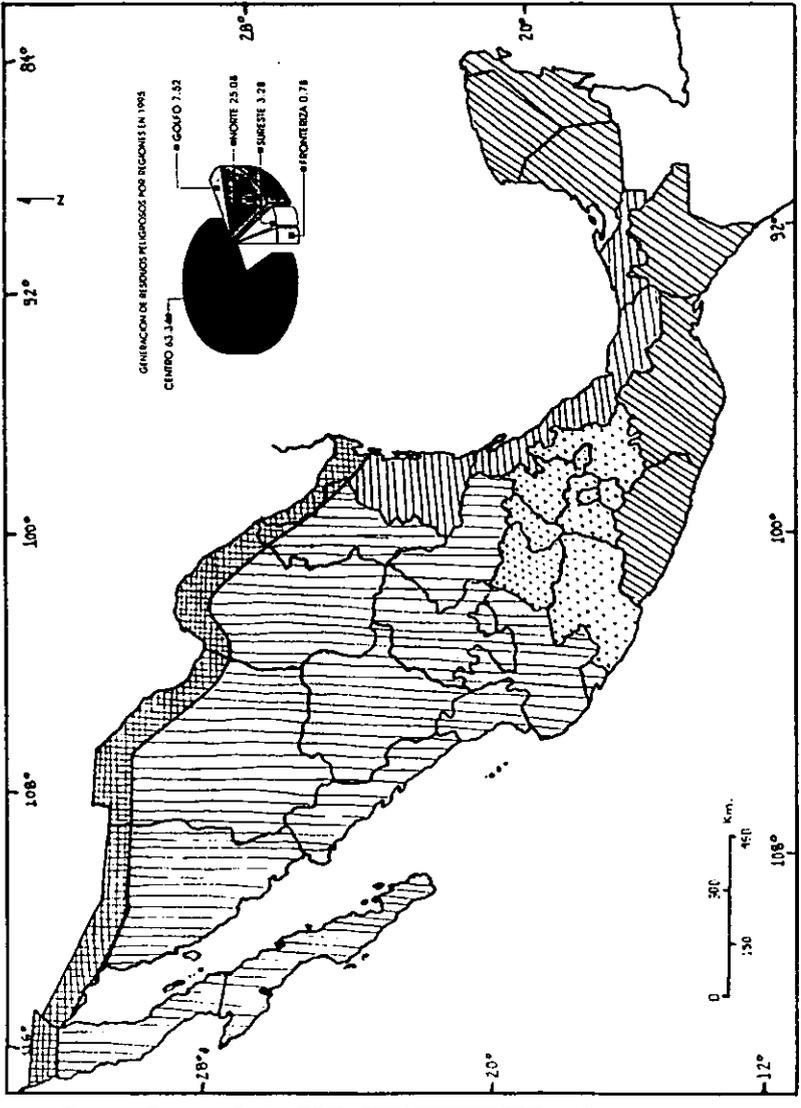
--- Límites de las entidades federativas

Regiones:



... INTERIORES DE LAS PULPA PEXICAS, LA PRODUCCION DE LAS PULPAS PEXICAS INDUSTRIALES COMPLETAS, COMPROBADO LAS PEXICAS LAS PEXICAS INDUSTRIALES EN LA PEXICA NORTE, CON EXAMEN LA PEXICA EN LA PEXICA LA PEXICA DE ESTE, POR LA TUNTA, EL UNDO DE LA PEXICA REPRESENTADA EN EL MAPA DE LA TUNTA.

FYLLUNAM
COLEGIO DE GEOGRAFIA
 Con base en PUMA, 1996-2
 Luis Antonio
 Tadeo Rosas
 Fuente: PUMA, 1996-2
 Escala: 1:15,000,000
MAPA 2



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En el cuadro 4 se puede ver la generación estimada por entidad federativa.

CUADRO 4					
GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS POR ENTIDAD FEDERATIVA (1994)					
ESTADO	Miles de ton.	%	ESTADO	Miles de ton.	%
Aguascalientes	65	0.81	Nayarit	40	0.50
Baja California	160	2.00	Nuevo León	800	10.00
Baja California Sur	10	0.13	Oaxaca	70	0.87
Campeche	12	0.15	Puebla	245	3.06
Coahuila	300	3.75	Querétaro	178	2.23
Colima	16	0.19	Quintana Roo	8	0.10
Chiapas	60	0.75	San Luis Potosí	180	2.25
Chihuahua	210	2.62	Sinaloa	80	1.00
Distrito Federal	1 839	22.98	Sonora	145	1.81
Durango	80	1.00	Tabasco	50	0.63
Estado de México	1 415	17.68	Tamaulipas	150	1.87
Guanajuato	260	3.25	Tlaxcala	60	0.75
Guerrero	28	0.35	Veracruz	475	5.73
Hidalgo	135	1.68	Yucatán	80	1.00
Jalisco	600	7.50	Zacatecas	20	0.25
Michoacán	120	1.50	Total	8 000	100.00
Morelos	110	1.37			

Los principales generadores por orden decreciente de importancia son: Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Veracruz. Siendo notable la diferencia entre los dos primeros y el resto. Fuente: SEMARNAP, 1996-2

3. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DISPONIBLES.

Además de su mayor diversidad los residuos peligrosos en comparación con otros tipos de contaminación tienen la particularidad de que, después de la minimización, reciclaje y tratamiento interno, necesitan de infraestructura y otros servicios que regularmente no se encuentran dentro de la empresa. Entre la infraestructura principal están los centros para disposición final, plantas de tratamiento, incineradores, almacenes temporales y servicios de transporte especializado.

Hasta 1995 se manejaban adecuadamente el 13% de los residuos peligrosos industriales. Hoy es el 26 %, la cifra sigue siendo precaria, sobre todo si se compara con lo realizado con los otros efluentes industriales: las emisiones a la atmósfera y las aguas residuales.

Hay muy poca infraestructura y la que hay está mal distribuida. Por ejemplo de los 10 laboratorios acreditados para determinar los valores CRETIB 6 están en la ZMCM y los únicos dos confinamientos públicos están en el norte del país.

No hay infraestructura por temor de las autoridades ambientales -encabezadas por la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)- a desgastar su imagen política enfrentando la posible resistencia de comunidades locales al establecimiento de una planta de tratamiento, un confinamiento o otro tipo de infraestructura. No existe otra razón, los estudios necesarios y los programas no necesitan de años para resultar en un proyecto viable. Y contra lo que pudiera pensarse en este país de eterna crisis económica, los recursos para financiar las inversiones iniciales están disponibles. Lo que demuestra la alta rentabilidad de este mercado virgen: BANOBRAS y Nacional Financiera cuentan con 600 millones de dólares (mdd) para programas de este tipo, la Agencia Alemana de Cooperación Técnica y dos empresas de este mismo país han ofrecido casi 4 millones de marcos, inclusive se perdieron recursos que ofreció el Banco Mundial durante 5 años continuos pero que retiró por no presentársele "proyectos viables".¹

1. Los elementos que intervienen para impedir la construcción de infraestructura se mencionan en 8.1

INFRAESTRUCTURA

La capacidad ha podido incrementarse por la ampliación de las plantas de tratamiento en los dos confinamientos públicos para disposición final autorizados. Uno es de la empresa Residuos Industriales Multiquim ubicado en Mina, Nuevo León; el otro está en Hermosillo, Sonora y pertenece a la empresa Confinamientos y Tratamientos.

La inversión total de las dos empresas fué de 13 millones de dólares y su capacidad autorizada de confinamiento es de 480 millones de toneladas.

También aumentó la capacidad de manejo por la apertura de un confinamiento privado en el municipio de Cuatro Ciénegas, Nuevo León, al que se le permite confinar 286,796 toneladas al año. Aquí la inversión fué de 1 248,875 dólares.

CUADRO 5	
INFRAESTRUCTURA INSTALADA PARA LOS RESIDUOS PELIGROSOS	
17	Empresas para el reciclaje de solventes usados
9	Empresas para el manejo de aceites lubricantes usados
6	Empresas para almacenamiento temporal
2	Confinamientos controlados de residuos peligrosos de servicio público.
2	Confinamientos de residuos peligrosos de servicio privado
3	Incineradores de residuos peligrosos de servicio privado
5	Empresas para el reciclado de metales
22	Empresas de tratamiento in situ de residuos peligrosos
71	Empresas para recolección y transporte de residuos peligrosos
3	Empresas para la formulación de combustible alterno
3	Empresas cementeras para la recuperación de energía alternativa a partir de residuos peligrosos
2	Empresas de reuso de tambores metálicos
4	Empresas de rehabilitación de sitios contaminados por residuos peligrosos
1	Empresas de tratamiento de aceites contaminados con BPC's

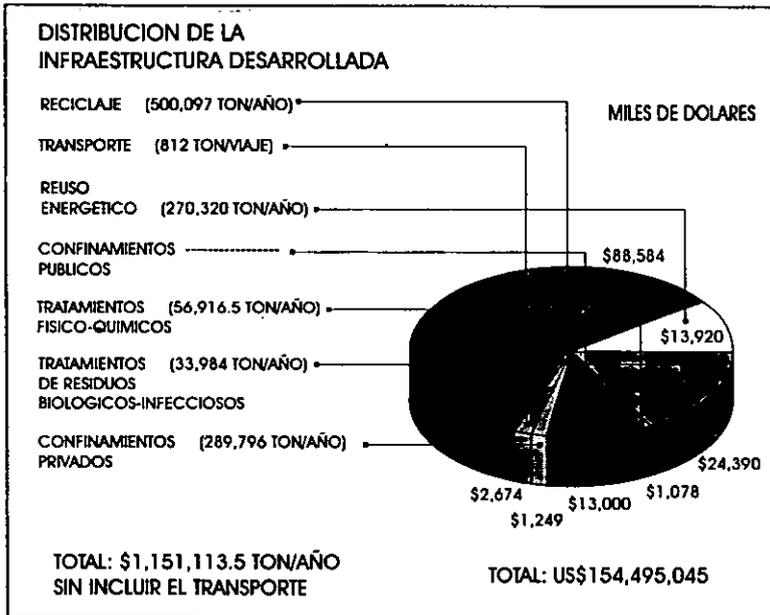
Para un mercado potencial de 8 millones de toneladas anuales de residuos peligrosos de origen industrial solo existen 150 unidades en el país dedicadas a atender la demanda. Resalta sobre todo el que solo existen dos confinamientos controlados de servicio público.

El cuadro 5 contiene la infraestructura y los servicios disponibles en operación hasta septiembre de 1996.

El total de la inversión en todo el país fué de 219.5 mdd en ese lapso. de las cuales 154.5 fueron para el desarrollo de infraestructura (gráfica 4) y 65.0 en el envío de mas de 70 mil toneladas para su destrucción a Estados Unidos, Finlandia, Inglaterra y Holanda.

INFRAESTRUCTURA

Se espera que para el año 2 000 se manejen adecuadamente 65 % de la generación de residuos industriales, es decir 5 300,000 toneladas, siempre y cuando se logre una inversión de 922 mdd. y se tengan funcionando al menos tres Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de los Residuos



gráfica 3. En los últimos dos años la mayor inversión realizada para el desarrollo de infraestructura ha sido en el sector del reciclaje. Fuente: SEMARNAP, 1996-3

Industriales (CIMARIS) y otros servicios e infraestructura como transportación especializada.

En cuanto a los residuos biológico-infecciosos, a un año de entrar en vigor la norma correspondiente y según los datos oficiales, se han invertido 25 mdd con lo que se han construido 5 empresas procesadoras en el país, además otras 10 transportan estos residuos y 8 cuentan con permiso temporal de operación; con ello solo 35 % del total generado a nivel nacional, se trata adecuadamente.

Atendiendo a los datos que se han mencionado, tenemos que al menos 5 900 000 toneladas de residuos peligrosos de origen industrial al año, 82,

550 provenientes de centros de salud humana y una cantidad no cuantificada de origen agrícola y doméstico, están fuera de control.

Es una grave irresponsabilidad el que no se sepa en donde se ubican ni que se hizo con estos materiales con potencialidad de producir algún daño en el medio ambiente.

El considerable desbalance entre la cantidad que se maneja responsablemente y la que está fuera de control es el resultado del abandono del gobierno que no quiso o no supo darle la atención requerida y por tanto no se crearon los sistemas de manejo, los mercados y los esquemas de concertación, información y regulación que fomentaran una cultura de manejo responsable.

4. GESTIÓN AMBIENTALMENTE ADECUADA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

Las fases que pueden presentar los residuos peligrosos en su "ciclo de vida" están divididas por las alternativas tecnológicas para darles un manejo ambientalmente adecuado. El objetivo primordial de todas ellas es minimizar lo mas que se pueda la cantidad generada y su peligrosidad.

4.1. Reducción.

Los residuos peligrosos, como todas las demás formas de contaminación, son materiales que ya no sirven o que no pueden ser convertidos en un producto vendible, es dinero invertido del que no se obtiene utilidad. Por tanto la mejor inversión que se puede hacer es buscar disminuir estas pérdidas a través de su no generación.

Como no se internalizan los costos ambientales, aparentemente es mas barato tratar y confinar que minimizar pues no se incorpora el costo que significa la posible rehabilitación de áreas que puedan contaminarse con los residuos peligrosos.

Disminuir el volumen de residuos en una industria o un servicio le puede significar obtener los estándares necesarios para competir en el mercado internacional. Otra ventaja de la no generación o no reducción es que disminuye el costo por tratarlos o confinarlos. Las medidas a tomar para reducir su volumen son: elevando la eficiencia en los equipos de los procesos, modificando el proceso mismo, organizando al personal, cambiando las materias primas e insumos y separando lo mas cerca posible de la fuente a los residuos peligrosos de los no peligrosos para evitar que los contaminen.

4.2. Reutilización y reciclamiento.

Al igual que en la fase anterior, la reutilización y el reciclamiento se utilizan para reducir el volumen de residuos peligrosos pero ahora las medidas se aplican después de haber sido generados ("después del tubo"). La diferencia entre reutilización y reciclamiento es que la primera significa volver a usar el residuo sin que haya de por medio su transformación física, química o biológica.

El residuo se recupera para volver a servir de materia prima en el mismo proceso o se vende o intercambia con otras industrias. Además de los beneficios económicos por aprovechar un mayor porcentaje de la materia prima y reducir la cantidad de residuos peligrosos a tratar o confinar, reusarlo o reciclarlo conlleva también un beneficio ecológico pues reduce el ritmo de explotación de los recursos naturales. Para promoverlo es importante estructurar economías de escala o instrumentos como la bolsa de residuos peligrosos que hasta hace unos dos años aparecía itinerantemente en algunos periódicos de circulación nacional.

4.3. Tratamiento.

A los residuos peligrosos debe dárseles tratamiento para reducir su volumen, reducir su peligrosidad (sus características CRETIB) y cumplir con el requisitos para poder confinarlo y evitar que las sustancias que lo hacen peligroso se liberen de él.

La elección del tratamiento depende básicamente de la naturaleza físico-química del residuo, aunque también influyen algunos otros como: su concentración, recursos disponibles y normatividad.

Se pueden considerar nueve tipos de residuos para fines de tratamiento (PUMA, 1994):

1. Compuestos inorgánicos sin metales pesados.
2. Compuestos inorgánicos con metales pesados.
3. Compuestos orgánicos sin metales pesados.
4. Compuestos orgánicos con metales pesados.
5. Compuestos radiológicos.
6. Compuestos biológicos.
7. Flamables.
8. Explosivos.
9. Aceite-agua.

Enseguida se mencionarán ejemplos de los diferentes tratamientos basados en los nueve tipos de residuos.

4.3.1. Tratamiento físico.

Sirve para todos los tipos de residuos en cualquier estado físico. Los

CUADRO 6			
EJEMPLOS DE TRATAMIENTOS FÍSICOS			
MÉTODO	Función	Tipo de residuo	Forma del residuo
Aeración	Separación	1 2 3 4	Líquido
Separación con NH ₃	Red. de vol., sep.	1 2 3 4	Líquido
Adsorción en carbono	Red. de vol., sep.	1 3 4 5	Líquido gas
Centrifugación	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido
Diálisis	Red. de vol., sep.	1 2 3 4	Líquido
Destilación	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido
Electrodialisis	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5 6	Líquido
Encapsulamiento	Almacenamiento	1 2 3 4 5 6	Líquido sólido
Evaporación	Red. de vol., sep.	1 2 5	Líquido
Filtración	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido gas
Floculación/sedimentación	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido
Flotación	Separación	1 2 3 4	Líquido
Ósmosis inversa	Red. de vol., sep.	1 2 4 6	Líquido
Sedimentación	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido
Separación con aire	Separación	1 2 3 4 6	Líquido sólido
Gravedad agua/aceite	Separación	2 4 9	Líquido
Ultrafiltración	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Separación con vapor	Separación	1 2 3 4 6 7 8	Líquido
Microondas	Desintoxicación	1 2 3 4 6 7 8	Sólido líquido gas
Congel/cristal	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Separación magnética	Separación	1 2 3 4 5 6	Sólido líquido gas
Coagulación	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Detonación	Desintoxicación	6 9	Sólido líquido gas
Resina de absorción	Red. de vol., sep.	1 2 3 4 5 6	Líquido gas
Fotólisis	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido

El tratamiento físico se utiliza principalmente para residuos en estado físico. Fuente: PUMA, 1994

residuos líquidos son más fáciles de tratar por este método, su función primordial es la separación y reducción del volumen. (cuadro 6)

4.3.2. Tratamiento químico.

Como lo indica su nombre implica el uso de reacciones químicas para reducir la peligrosidad de las sustancias y facilitar la recuperación de materiales. Siempre son más eficientes con residuos con bajo contenido de materia orgánica. (cuadro 7).

4.3.3. Tratamiento biológico.

Son de bajo costo. Se utilizan para la limpieza de residuos con carga orgánica alta (es decir constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno principalmente.) libres de componentes tóxicos para los microorganismos como los metales

CUADRO 7			
EJEMPLOS DE TRATAMIENTOS QUÍMICOS			
MÉTODO	Función	Tipo de residuo	Forma de residuo
Calcínación	Reduc. de vol.	1 2 3 4 5	Líquido sólido
Intercambio iónico	Reduc. de vol, separación	1 2 3 4 5	Líquido
Neutralización	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido
Oxidación	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido
Precipitación	Reduc. de vol., sep.	1 2 3 4 5	Líquido
Reducción	Desintoxicación	1 2	Líquido
Extracción (líq-líq)	Separación	1 2 3 4 5	Líquido
Sorción	Separación	1 2 3 4	Líquido
Quelatación	Separación	2 4 5	Líquido
Disolución	Separación	1 2 4 5	Líquido
Hidrólisis	Desintoxicación	3 4	Líquido
Ozonización	Desintoxicación	1 2 3 4	Líquido gas
Intercambio iónico	Red. de vol., sep., desint.	1 2 3 4 5	Líquido
Cloroflúorización	Desintoxicación	3	Líquido
Electrólisis	Separación	2	Líquido

El tratamiento químico es más eficiente si se le utiliza para tratar residuos con bajo contenido de materia orgánica. Fuente: PUMA, 1994

CUADRO 8		
EJEMPLOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS		
MÉTODO	Tipo de residuo	Forma de residuo
Lodo activado	3 6	Líquido
Laguna de aereación	3 6	Líquido
Digestión anaerobia	3 6	Líquido
Filtros anaerobios	3 6	Líquido
Filtros de escurrimiento	3 6	Líquido
Laguna de estabilización	3 6	Líquido
Biodiscos rotatorios	3 6	Líquido
Siembra biológica	3 6	Líquido
Composta	3 4 6	Líquido
Enzimático	3 4 6	Líquido

Se utiliza principalmente para dar tratamiento a residuos con carga orgánica alta. Fuente: PUMA, 1994

pesados. Básicamente son las mismas tecnologías utilizadas en los tratamientos para aguas residuales. Se ha usado con éxito en aguas residuales y subterráneas, lixiviados de rellenos sanitarios y suelos contaminados. (cuadro 8).

4.3.4. Tratamiento térmico.

Consiste básicamente en una oxidación controlada a alta temperatura. De este método se puede obtener energía principalmente en forma de vapor y electricidad. Para un desempeño óptimo el desecho debe estar lo más seco posible. Su función principal es disminuir el volumen y reducir la peligrosidad. Sus inconvenientes son que constituye una fuente de emisiones atmosféricas

que requiere ser controlada y es el método mas caro (cuadro 9).

CUADRO 9			
EJEMPLOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS			
MÉTODO	FUNCIÓN	Tipo de residuo	Forma de residuo
Incineración	Reduc. de vol. desintoxic.	3 5 6 7 8	Sólido, líquido, gas
Pirólisis	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4 6	Sólido, líquido, gas
Sal fundida	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4 5 6	Sólido, líquido
Sistema de plasma	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4	Sólido, líquido
Oxidación aire húmedo	Reduc. de vol. desintoxic.	3 4	Líquido
Oxidación térmica lecho fluidizado	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4 5 6 7 8	Sólido, líquido, gas
Hogar múltiple	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4 5 6 7 8	Sólido, líquido
Horno rotatorio	Reduc. de vol. desintoxic.	1 2 3 4 5 6 7 8	Sólido, líquido, gas
Oxidación catalítica	Reduc. de vol. desintoxic.	3 6 7 8	Sólido, líquido, gas

Un beneficio alternativo del tratamiento térmico es que puede obtenerse energía de él. Fuente: PUMA, 1994

Para los residuos peligrosos generados en hospitales se utilizan principalmente los siguientes tipos de incineradores: 1. Incinerador de una cámara de combustión. 2. Incinerador de cámaras múltiples de combustión. 3. Incinerador de aire controlado.

CUADRO 10		
EJEMPLOS DE TRATAMIENTO PARA ESTABILIZACIÓN-SOLIDIFICACIÓN		
MÉTODO	Tipo de residuo	Forma del residuo
Encapsulación	1 2 3 4 5	Sólido líquido
Solidificación en cemento	1 2 3 4 5	Sólido líquido
Solidificación en cal	1 2 3 4 5	Sólido líquido
Microencapsulación termoplás	1 2 5	Sólido líquido
Polímero orgánico	1 2 5	Sólido líquido
Autoaglutinación	1 2 3 4 5	Sólido líquido
Vitrificación	5	Sólido líquido
Sorbentes	1 2 3 4 5	Líquido
Inyección profunda	1 2 4 6 7	Líquido

El objetivo de la estabilización es inmovilizar a la sustancia peligrosa. Fuente: PUMA, 1994

4.3.5. Estabilización-solidificación.

Estas tecnologías se utilizan para evitar la movilidad de los residuos peligrosos y así estos puedan cumplir con los requisitos legales para poder depositarse en un confinamiento controlado. La estabilización consiste en hacer que la sustancia peligrosa se una

químicamente a un reactivo, casi siempre se utiliza cemento o ceriza; la solidificación consiste en quitar los líquidos que pueda contener para evitar la infiltración o lixiviado. (cuadro 10).

Es necesario resaltar que mas del 90 % de los residuos peligrosos pueden

ser tratados mediante tecnologías simples, poco costosas y de fácil aplicación.

En el proyecto del INE de construcción de CIMARIS, se prevén tres líneas de tratamiento:

1. Los solventes, las grasas y aceites, los derivados del petróleo y ciertos hidrocarburos, podrán ser reciclados para su generación o emplearse como combustible alterno.
2. Los residuos altamente tóxicos, como son los líquidos orgánicos, como por ejemplo los Bifenilos Policlorados (BPC^{ts}), algunos lodos de proceso de la petroquímica, pinturas y barnices que no puedan reciclarse, tendrán que ser destruidos vía oxidación térmica.
3. Los ácidos y bases, así como los lodos con metales pesados resultantes de las actividades metalúrgica y metal-mecánica y en general todos los líquidos y sólidos, podrán ser tratados eficientemente mediante procesos físico-químicos.
4. Los lodos, fondos residuales y las cenizas, producto todos ellos de los procesos físico-químicos de reciclaje y oxidación térmica, respectivamente, junto con los residuos que no demandan tratamiento previo como plásticos, resinas y otros materiales inertes, deberán ser estabilizados y solidificados antes de confinarse.

4.4. Depositación.

No existe un método de depositación totalmente seguro, sin embargo los confinamientos controlados representan el menor riesgo por ser estructuras hechas ex profeso para resguardarlos atendiendo a las características físicas de la zona. Afortunadamente cada vez está menos extendida la práctica "bárbara" por su elevado riesgo ambiental de depositarlos en lagunas, pozos, minas de sal o carbón y en el océano.

4.4.1. Confinamiento controlado.

Es una obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos que impide al mínimo posible, la posibilidad de que ocurran reacciones químicas (por ej.: disolución, hidrólisis, óxido-reducción, fotólisis, ácido-base, etc), procesos biológicos (por ej.: transformaciones aerobias y/o anaerobias que formen lixiviados

y gases) y procesos físicos relacionados con el transporte de los contaminantes (por ej.: difusión, lixiviados, evaporación, etc.). En concreto, la obra debe asegurar un aislamiento definitivo. (figura 3). Se debe utilizar una vez que se aplicaron las alternativas anteriores. Por ello en los confinamientos solo deben depositarse las cenizas de los incineradores, los materiales de las otras opciones de tratamiento, los que no demandan tratamiento previo y los que no se pueden tratar para reducir su peligrosidad.

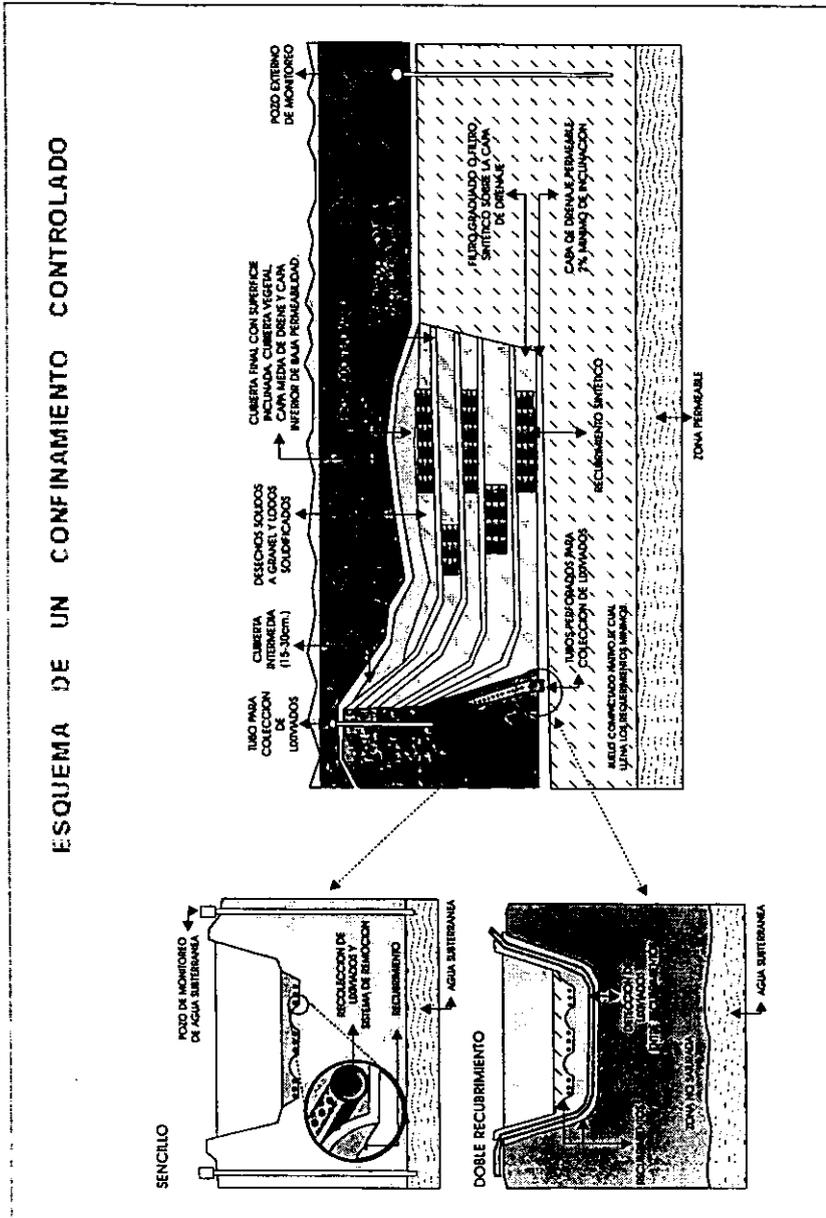


Figura 3. Corte esquemático de un confinamiento controlado. Con los elementos mínimos que debe contener. A la izquierda se muestran dos opciones de recubrimiento. Fuente: Modificado de Ortiz et al., 1987.

5. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.

"La revolución legalizó la corrupción e introdujo la mentira como forma de poder".

Octavio Paz.

5.1. La política ambiental mexicana.

La política ambiental mexicana es el marco conceptual e histórico en el que se inscribe la política pública sobre residuos peligrosos. Por ello es válido y necesario realizar un recuento cronológico de ella.

La política ambiental mexicana puede dividirse en cuatro etapas,

1. La primera va de 1972 a 1982. El gobierno se decidió a atender el problema ambiental hasta 1972; los elementos que lo presionaron fueron: la evidencia, desde los años sesentas, de la contaminación y los efectos en la salud por materiales y residuos peligrosos de origen agroquímico e industrial; las alarmantes predicciones del Club de Roma; la evidencia del agotamiento de los recursos y energía por sobrepoblación; el acelerado crecimiento económico; la preocupación por la baja de rendimientos y producción agrícola y el deterioro ambiental incuestionable.

La principal característica de esta etapa fue la excesiva marginalidad de la dimensión ambiental en la estrategia de desarrollo nacional, limitándose casi exclusivamente a los temas de contaminación y sus efectos en la salud.

Los avances fueron la promulgación de la Ley Federal de Prevención y Control de la Contaminación en 1971, la ampliación del Consejo de Salubridad General para prevenir y controlar la contaminación ambiental y la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente dentro de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA).

En los setentas los descalabros sociales y ambientales por la ejecución de diversos megaproyectos de desarrollo rural como el Chontalpa y Balancán-Tenosique en Tabasco y Uxpanapa en Veracruz que pretendían incorporar las regiones a la producción de alimentos en un esquema diversificado y que terminaron solamente como desarrollos ganaderos de alto daño ambiental, así como la demanda de muchos grupos de ciudadanos organizados en grupos

ecologistas de naturaleza diversa por una mejor calidad de vida y los efectos negativos de la industria petrolera principalmente en el sureste del país, hicieron que aumentara el estatus de lo ambiental en los programas nacionales. Por lo tanto tuvo que adecuarse el marco institucional de lo ambiental, trascendiendo el marco de salud.

2. Así empieza otra etapa en 1983 en la que se ampliaron los horizontes a cubrir al incluir los temas de control y prevención de la contaminación, restauración ecológica, ordenamiento territorial, conservación, aprovechamiento y enriquecimiento de recursos naturales y formación de la conciencia ambiental. También se adecuó el diseño institucional y posteriormente el marco regulatorio: se incorporó un capítulo de ecología en el Programa Nacional de Desarrollo 1983-1988 y se creó la SEDUE con una Subsecretaría de Ecología.

Esta subsecretaría elaboró el Programa Nacional de Ecología como documento rector de la política ambiental en el cual se le atribuye por primera vez al modo de producción como el principal elemento responsable del deterioro ambiental.

En el papel, las estrategias y metas incluían aspectos correctivos como el control de la contaminación y la restauración ambiental, y preventivos como el ordenamiento territorial, la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y la educación ambiental, no obstante en la realidad el esfuerzo de la SEDUE se concentró casi totalmente en la prevención de la contaminación y la conservación de áreas protegidas, lo que no significa que su desempeño en esos temas haya sido eficaz.

El nuevo sexenio en 1989 no significó un cambio importante en cuanto a la forma de entender a la política ambiental. El Programa Nacional para la Protección al Ambiente 1990-1994 reconoce la deforestación, disminución de flora y fauna, sobreexplotación del agua, grave contaminación en las zonas urbanas y la incapacidad para manejar los desechos urbanos e industriales entre otros problemas, aunque no representa una nueva estrategia.

Se incrementaron las acciones en lo referente a la prevención y control de la contaminación, principalmente los aspectos relacionados al agua, aire y sólidos; también se avanzó en la conservación ecológica.

Pero sin duda el cambio más importante fue la promulgación y entrada

en vigor en 1988 de la LGEEPA con cuatro reglamentos. Uno de ellos relativo al manejo de los residuos peligrosos. Va más allá de solamente la contaminación ambiental, es más integrada y completa que su antecesora, enuncia que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación, contiene instrumentos como el ordenamiento territorial y el de evaluación del impacto ambiental, establece la concurrencia de los tres niveles de gobierno, abre espacios para la participación de la sociedad civil organizada y establece sanciones ante el incumplimiento. Su lado negativo es que no asume plenamente que han sido las formas de apropiación de los recursos naturales y del crecimiento urbano las que propician el daño ambiental, dejando a las leyes particulares la regularización de los usos del suelo sin obligarlas a adecuarse a los criterios ambientales. Perdiendo de esta manera la visión integrada que la LGEEPA podría dar.

3. En 1992 comienza la tercera etapa. La revisión de la política ambiental se aceleró por varios sucesos como la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), las repercusiones ecológicas del proceso de apertura económica hacia el exterior como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), el embargo a la pesquería del atún por la supuesta alta pesca incidental de delfines, los planes de Estados Unidos para construir depósitos de desechos radioactivos cerca de la frontera y el agravamiento de los problemas ambientales internos.¹

La presión de la sociedad civil para que se atendieran los problemas aumentó resultando en una reestructuración institucional notoria. En mayo de 1992 se reforma la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF) y la SEDUE se transforma en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Así la política ambiental se fusiona con la política de desarrollo social pues

1. Uno de los sucesos internos que aceleraron el desarrollo de la política ambiental y que se significó por poner en un primer plano de la opinión pública los posibles alcances de tragedia que puede ocurrir si no existe una adecuada gestión de los materiales y residuos peligrosos fue el accidente conocido como "las explosiones de Guadalajara" ocurrido el 22 de abril de 1992. La Presidencia de la República realizó, en un tiempo record para la velocidad habitual de trabajo de las instituciones del Estado, los primeros intentos para una gestión más estricta de los residuos industriales y la vigilancia de su transporte, además se cuantificó el riesgo ambiental en los cincuenta centros urbanos más grandes, se formuló un plan de reordenamiento ecológico general del territorio y se realizaron otras acciones para aumentar la seguridad en las redes de distribución de combustibles y agua

la nueva secretaría se encargaba también del Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), el desarrollo urbano y la vivienda. Específicamente se creó la Comisión de Ecología compuesta por el INE y la PFFA.

Algunas atribuciones de la desaparecida SEDUE pasaron a otras secretarías: la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) se encargó de la organización y administración de parques nacionales, flora y fauna, parques zoológicos, jardines botánicos y colecciones forestales; la determinación de vedas, permisos, contratos y concesiones. A la Secretaría de Pesca (SEPECSA) pasó la flora y fauna marina, fluvial y lacustre y los viveros, criaderos y reservas de especies acuáticas.

Lo que se pretendía era transferir la parte de conservación y vigilancia a la dependencia encargada de orientar y regular la producción primaria, fusionando todo en una sola institución para no perder la visión de conjunto.

4. El principio del sexenio actual en 1995 representa el inicio de la última etapa. Se creó la SEMARNAP elevándose la gestión ambiental del Estado hasta la jerarquía administrativa del más alto nivel, se realiza el *Programa de Medio Ambiente 1995-2000* y otros tres programas específicos, entre los que sobresale el *Programa Para la Minimización y Manejo integral de los residuos Industriales Peligrosos 1996-2000* y se moderniza la estructura administrativa del INE. La SEMARNAP retomó la mayoría de las atribuciones que delegó la SEDESOL y se le anexo todo lo relacionado con la pesca, estableciendo las condiciones para un enfoque quizás un poco más integral de protección ambiental.

Como parte de la revisión permanente de todo el cuerpo de leyes en materia ambiental durante la presente administración, a la LGEEPA se le realizaron algunas reformas propuestas por el ejecutivo y aprobadas por consenso y voto a favor de todas las facciones, algo inusual en el poder legislativo. Entre los objetivos principales de dichas reformas está: iniciar un proceso de descentralización de los asuntos ambientales de interés local, ampliar las oportunidades de participación social en la gestión ambiental, dar mejores elementos jurídicos a los afectados por violaciones a la ley y dar base legal a los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable que son representaciones de sectores involucrados en el quehacer ambiental.¹

1. En 5.2.5 se mencionan las modificaciones relacionadas específicamente con los residuos peligrosos.

Aún es temprano para evaluar el desempeño de la nueva Secretaría. Pero es alentador saber que quien la encabeza es una investigadora con amplia experiencia en la materia, si ocurren las mismas deficiencias de siempre, o incluso hay errores o conductas evidentemente equivocadas, entonces habría una pérdida mayor en la credibilidad y confianza. Si es que esta puede caer más.

Como síntesis de este apretado recuento de 25 años de política ambiental en México se puede decir que el común denominador ha sido la exclusión de lo ambiental frente a la estrategia general y sectorial de desarrollo, el aislamiento administrativo de la política ambiental con muy poca incidencia en el resto de las instituciones, el no trascender un enfoque preferentemente normativo o regulatorio que nada más ejerce presiones selectivas sobre los grupos de productores más ostensiblemente contaminantes, el no regular los procesos de ocupación y aprovechamiento del territorio y la poca atención hacia las acciones de prevención y control.

En lo general, siempre se ha priorizado lo urbano sobre lo rural tal vez no solo por inercias administrativas sino también por la mayor presión de los grupos sociales mejor organizados en las ciudades. Y en este punto es de llamar la atención que a pesar de esa preferencia por los problemas ambientales urbanos los residuos peligrosos son un tema aún más abandonado que las áreas naturales protegidas.

En donde sí se nota un cierto avance es en la articulación de mecanismos para que la política económica y el mercado asuman la dimensión ambiental.

Por último, la razón del mal desempeño de la política pública en materia ambiental se fundamenta, como la mayoría de los problemas de la sociedad, en las características del sistema político nacional, en el poder ejecutivo que solo hasta 1997 tendrá contrapesos y en la debilidad estructural, insuficiencia interna y baja credibilidad de los partidos políticos. Estos cierran las vías por las que debe participar la ciudadanía impidiendo que la cuestión ambiental ocupe un lugar importante en sus plataformas, ya que tradicionalmente tienen preocupaciones más importantes como el hacer una redistribución del ingreso más equitativa (en los de izquierda) o el encontrar la eficiencia en la generación de riqueza con la menor intervención del Estado (en los de derecha).

5.2. Marco regulatorio.

El sistema jurídico del país se basa en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de los artículos, fracciones e incisos que la componen emanan las leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Los artículos 4, 25, 27 y 73 de la carta magna abordan aspectos ambientales. El más relevante es el 27 que condiciona la utilización de los recursos naturales al interés de la nación.

5.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

La LGEEPA publicada el 28 de enero de 1988 regula lo referente a la contaminación y protección al medio ambiente basándose en los artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se compone de 194 artículos divididos en 6 títulos:

- I. Disposiciones Generales.
- II. Áreas naturales protegidas.
- III. Aprovechamiento racional de los elementos naturales.
- IV. Protección al ambiente.
- V. Participación social.
- VI. Medidas de control y seguridad; y sanciones.

La gestión de los residuos peligrosos está contenida específicamente en el título IV.

Las principales disposiciones en materia de residuos peligrosos contenidas en esta ley son las siguientes:

Art. 5. Indica que la regulación de las actividades en materia de residuos peligrosos es un asunto de alcance general de la nación o de interés de la federación.

Art. 6. A la SEMARNAP le corresponde proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen (fracción XI) las actividades relacionadas con los materiales y residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud (SS); (fracción XIV) los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias

tóxicas en coordinación con la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGDR), SS y Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Art. 29. La SEMARNAP evaluará los estudios de impacto ambiental referentes a instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Art. 150. Corresponde a la SEMARNAP junto con la SECOFI, SS, Secretaría de Energía (SE), SAGDR, y la Secretaría de Gobernación (SG) determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los listados de materiales y residuos peligrosos.

Art. 151. La SEMARNAP autorizará la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final.

Art. 152. Todos los residuos peligrosos deberán ser manejados de acuerdo con los lineamientos contenidos en las NOM correspondientes.

Art. 153. Establece los lineamientos para prevenir el tráfico ilegal transfronterizo de residuos peligrosos, así como para regular su exportación e importación.

5.2.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.

En el siguiente orden jerárquico aparece el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos publicado el 25 de noviembre de 1988 que especifica la manera en que debe realizarse el registro e información de los generadores, así como el manejo y el movimiento transfronterizo. Las funciones derivadas del reglamento, agrupadas de acuerdo al nivel de competencia en los tres niveles de gobierno las podemos ver en el cuadro 11.

5.2.3. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a los residuos peligrosos.

Las Normas Oficiales Mexicanas establecen especificaciones de índole técnica, son de carácter obligatorio y aplicables en todo el territorio nacional.

CUADRO 11

REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

Nivel de competencia	Funciones
Federal	I. Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos; así como sus autorizaciones, en los términos de la Ley
	II. Expedir las Normas Oficiales Mexicanas y procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos, con la participación de SECOFI, SS, SEMIP Y SAGDR;
	III. Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan en la operación y procesos de extracción, consumo, beneficio y transformación; producción, consumo, utilización, y de servicios;
	IV. Autorizar la instalación y operación de sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, rehuso, tratamiento, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;
	V. Evaluar el impacto ambiental de los proyectos de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos;
	VI. Autorizar la importación y exportación de los residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;
	VII. Fomentar y coadyuvar al establecimiento de plantas de tratamiento y de sus líneas de comercialización, así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de residuos peligrosos;
	VIII. Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos peligrosos;
	IX. Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros, en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos peligrosos;
	X. Promover la participación social en el control de los residuos peligrosos;
	XI. Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;
	XII. Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos peligrosos.
Estatal y municipal	Otorgar licencias de uso del suelo.
	Evaluar el impacto ambiental de las estaciones de transferencia.

Por ser los residuos peligrosos un asunto de interés principalmente federal, solo algunas funciones son relegadas a las autoridades estatales y municipales. Fuente: SEMARNAP, 1996-2

Entre 1988 y 1989 se publicaron siete Normas Técnicas Ecológicas (NTE) para regular la gestión de los residuos peligrosos. Posteriormente, en julio de 1992 la nueva Ley Federal sobre Metrología y Normalización estableció entre otras cosas el replantear las NTE y llamarlas ahora NOM a partir del requisito de realizarlas junto con los sectores afectados y después de un análisis costo-beneficio, publicarlas como proyecto en el DOF y esperar 90 días para que el público en general opine sobre ellas antes de su aprobación

y entrada en vigor.

CUADRO 12	
NOM EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS	
NOM-052-ECOL-93	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-053-ECOL-93	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-ECOL-93	Establece el procedimiento para determinar la inaceptabilidad entre dos o mas residuos considerados como peligrosos por la NOM-055-ECOL-93.
NOM-055-ECOL-93	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto los radioactivos.
NOM-056-ECOL-93	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-ECOL-93	Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-087-ECOL-95	Establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.
NOM-058-ECOL-93	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

De 1988 a esta fecha se han aprobado ocho Normas Oficiales Mexicanas que tienen que ver directamente con la gestión de residuos peligrosos. Fuente: SEMARNAP, 1996-2

En 1995 se publicó una norma referente a los residuos biológico-infecciosos. Por tanto, en total son ocho las NOM sobre residuos peligrosos (cuadro 12) y se encuentran en desarrollo los proyectos de normas siguientes:

- Proyecto de NOM-090-ECOL-94 que establece los requisitos para el diseño, construcción y operación de presas de jales.
- Requisitos para la impermeabilización de celdas de un confinamiento controlado.
- Técnicas de muestreo y manejo de muestras para análisis de residuos peligrosos.
- Manejo de aceites lubricantes usados.
- Tratamiento térmico de residuos peligrosos.
- Caracterización de residuos estabilizados para su confinamiento.
- Requisitos de diseño y construcción de los receptores de agroquímicos.
- Manejo de los residuos de la extracción de gas y petróleo. Revisión de la NOM-052-ECOL-1993.
- Requisitos técnicos para la formulación de combustibles alternos

en base a residuos.

- Revisión de la NOM-055-ECOL-1993.
- Manejo de envases y recipientes de agroquímicos.
- Manejo de residuos peligrosos en la industria de plaguicidas.
- Requisitos para el manejo de llantas usadas.

Por cierto, es importante mencionar que el cambio de NTE a NOM se aprovechó para hacer cambios en la concentración mínima permisible de algunas sustancias que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad. (cuadro 13)

CONSTITUYENTES	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE (mg/l)		CONSTITUYENTES	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE (mg/l)	
	NOM	NTE		NOM	NTE
Acritonitrilo	5		Hexaclorobenceno	0.13	
Ácido 2,4,4-Triclorofenoxipropiónico (silvest)	1.0		Hexacloro-1,3-butadien	0.5	0.720
Arsénico	5		Hexacloroetano	3.0	4.3
Berio	100		Isobutanol	36.0	
Benceno	0.5	0.007	Lindano	0.4	0.06
Cadmio	1		Mercurio	0.2	
Clordano	0.03		Metoxicloro	10.0	1.4
Clorobenceno	100	1.4	Níquel	5.0	
Cloroformo	6.0	0.07	Nitrobenceno	2.0	0.13
Cloruro de metileno	8.6		Pentaclorofenol	100.0	3.6
Cloruro de vinilo	0.2	0.05	Piridina	5.0	
m-cresol	200	10.0	Plata	5.0	
o-cresol	200	10.0	Plomo	5.0	
p-cresol	200	10.0	Selenio	1.0	
Cromo hexavalente	5		1,1,1,2-Tetracloroetano	10.0	
2,4-Diclorofenoxisulfónico	10.0	1.4	1,1,2,2-Tetracloroetano	1.3	
1,2-Diclorobenceno	4.3		2,3,4,6-Tetraclorfenol	1.5	
1,4-Diclorobenceno	7.5	10.8	Tetracloruro de carbono	0.5	0.07
1,2-Dicloroetano	0.5	0.4	Tetracloroetileno	0.7	
1,1-Dicloroetileno	0.7	0.1	Tolueno	14.4	
2,4-Dinitrotolueno	0.13		Touafeno	0.5	0.07
Disulfuro de carbono	14.4		1,1,1-Tricloroetano	30.0	
Endrín	0.02	0.003	1,1,2-Tricloroetano	1.2	
Éter bis (2-Cloro etílico)	0.05		Tricloroetileno	0.05	0.07
Etilmetilcetona	200.0	7.2	2,4,5-Triclorofenol	400.0	5.8
Fenol	14.4		2,4,6-Triclorofenol	2.0	
Heptacloro (y su epóxido)	0.008	0.001			

Con el cambio de NTE a NOM, se incrementó la concentración máxima permisible en 20 sustancias. Siendo el cloroformo la del cambio mas notable al pasar de 0.07 a 6.0 mg/l. Esto es, 85 veces más que el máximo permitido con la

La ya mencionada NOM-87-ECOL-95 además de definirlos, entre otros puntos importantes dice que deben identificarse los residuos y el área donde

se generan, deben estar envasados, debe existir un transporte y recolección interna y debe existir un lugar para almacenamiento temporal. Además, clasifica en tres grupos a los generadores en base al volumen de generación y es flexible con respecto al método de disposición final pues deja abierta la posibilidad de otros tratamientos, previa autorización del INE, y respecto a las especificaciones de los sitios de confinamiento temporal dentro de la unidad generadora.

Otros ordenamientos que contienen disposiciones que atañen a los residuos peligrosos son la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario, Establecimientos, Productos y Servicios, las Leyes de Vías Generales de Comunicación y de Salud y especialmente los proyectos de NOM para el transporte de residuos peligrosos (cuadro 14)

5.2.4. Últimas modificaciones a la LGEEPA.

Las últimas modificaciones a la LGEEPA aprobadas el 24 de octubre de 1996 abordan temas relacionados con los residuos peligrosos como la autorregulación en industria y la regulación de los asentamientos humanos que establecen nuevos criterios de planeación urbana donde quedarán señaladas las áreas en que se permitirán instalaciones para actividades altamente riesgosas, como es el caso de los CIMARIS, así como las zonas de salvaguarda que protegerán a la población de los posibles efectos de esas actividades.

En la exposición de motivos para fundamentar las reformas a la LGEEPA presentada ante el poder legislativo se menciona que estas harán mas eficiente la gestión administrativa de los residuos peligrosos, evitando que los particulares dupliquen trámites, también establece que serán mas eficientes los controles sobre prestadores de servicios y los que realizan alguna operación en el sitio en que se generan. Específicamente, en las reformas

1. Se incluye ahora el requisito de autorización previa por parte de la SEMARNAP o en su caso, la obligación de notificar a la autoridad, mantenerla informada e instrumentar bitácoras respecto de su manejo y disposición final,
- 2 Se establece que a través de las NOM se diferenciará a los residuos peligrosos por su grado de peligrosidad y cantidad con el propósito de facilitar su manejo (demanda bastante frecuente),

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

CUADRO 14	
NOM PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS	
NOM-002-SCT2-94	Listado de las sustancias y materiales peligrosos mas usualmente transportados
NOM-003-SCT2-93	Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias y residuos peligrosos
NOM-004-SCT2-93	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
NOM-005-SCT2-93	Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos
NOM-006-SCT2-93	Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos
NOM-007-SCT2-93	Marcado de embases y envases destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos
NOM-008-SCT2-93	Disposiciones para efectuar la inspección de equipo de arrastre ferroviario
NOM-009-SCT2-93	Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos de la clase 1 explosivos.
NOM-010-SCT2-94	Disposiciones de compatibilidad y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos
NOM-011-SCT2-94	Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas
NOM-018-SCT2-94	Condiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario
NOM-019-SCT2-94	Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan material y residuos peligrosos
NOM-020-SCT2-95	Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotankers destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos
NOM-021-SCT2-94	Disposiciones generales para transportar otro tipo de bienes diferentes a las sustancias, materiales y residuos peligrosos en unidades destinadas al traslado de materiales y residuos peligrosos
NOM-024-SCT2-94	Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos
NOM-025-SCT2-94	Disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos
NOM-027-SCT2-94	Disposiciones generales para el envase, empaque y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos.
NOM-028-SCT2-94	Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados
NOM-029-SCT2-94	Especificaciones para la construcción y reconstrucción de recipientes intermedios para graneles
NOM-030-SCT2-94	Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisternas destinados al transporte multimodal de gases licuados refrigerados
NOM-043-SCT2-95	Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos
NOM-045-SCT2-95	Especificaciones del arrastre ferroviario de sustancias, materiales y residuos peligrosos

Fuente: SEMARNAP, 1997

3. Se determina que el Gobierno Federal podrá transferir a las Entidades Federativas el control de aquellos residuos que sean clasificados como de baja peligrosidad,
4. Se precisan claramente las obligaciones a cumplir entre generadores y prestadores de servicios,
5. Permite el confinamiento de residuos peligrosos en estado físico sólido solo en aquellos casos en que no sea factible técnica o económicamente su reciclamiento o la recuperación de materiales secundarios,
6. Se prohíbe el confinamiento en estado líquido (medida que siempre han realizado en los dos confinamientos públicos),
7. Se establece la prohibición de la entrada a nuestro país de materiales o residuos peligrosos cuyo uso o fabricación no ha sido permitida en el país de origen y
8. Se prevee que cuando la generación, manejo o disposición final de residuos peligrosos produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y reestablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a algún tipo de actividad.

5.2.5. Limitaciones del marco regulatorio.

Las leyes son el instrumento que utiliza el Estado para delimitar nuestra conducta. Son orientaciones sobre lo que es bueno y necesario frente a lo que no debe hacerse. En este sentido el conjunto de las ocho NOM se enfoca a la necesidad inmediata de impedir la disposición inadecuada de los residuos peligrosos, pero olvida otros aspectos fundamentales de su manejo, deja la falsa señal de que la solución a la problemática consiste nada más en hacer una correcta identificación, evitar mezclarlos de tal manera que se potencialice su peligrosidad, escoger los mejores sitios para construir confinamientos, construirlos con buenas disposiciones técnicas y administrarlos correctamente. No apunta hacia el rumbo adecuado, no da las orientaciones que expliciten que la única solución viable es la no generación, su reducción o resuso.

Otras limitaciones son:

1. Se debe referenciar a las cadenas productivas relevantes en el manejo de los residuos peligrosos.
2. Se debe buscar la homologación de los listados entre las dependencias involucradas: SS, Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), SG Y SEMARNAP.
3. Se debe buscar la homologación de los listados nacionales con los de otros países u organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), EPA y Convenio de Basilea.
4. Se deben considerar cambios tecnológicos que reduzcan su generación.
5. Se debe contemplar para cada opción de manejo condiciones de tratamiento previo.
6. Se debe realizar una norma que establezca los procedimientos para remediar sitios contaminados y definir los niveles óptimos de remediación (que tan limpio es limpio).
7. Se debe incluir una cláusula de exclusión para los residuos peligrosos que lo son por definición y no por prueba.
8. Se debe considerar una menor distancia como requisito para construir un confinamiento para disposición final, promoviendo su ubicación en parques industriales para incentivar su realización al disminuir el costo de transporte y el riesgo que este implica.
9. Se deben ampliar los listados pues estos "no cubren ni el 10% de los tóxicos mas peligrosos; dejan sin control reglamentado a todas las sustancias de acción farmacológica, la mayoría de los pesticidas y desinfectantes, los productos tóxicos desprendidos por la acción térmica o enzimática de polímeros

y agentes tensoactivos, varios disolventes tóxicos y sustancias como el cianuro, isocianatos, compuestos aromáticos clorados, nitrosaminas, etc" (PUMA 1996-1).

10. Se debe reformular la prueba analítica para medir si un residuo presenta alguna característica CRETIB pues esta es muy poco específica ya que se conceptualizó para residuos industriales en desechos municipales y por tanto no funciona adecuadamente en situaciones diferentes, como los residuos de la minería.¹

Sin duda alguna, el marco regulatorio, con todo y las últimas modificaciones, no es suficiente para resolver la problemática actual. (cuadro 15).

CUADRO 15
EJEMPLOS DE CASOS ESPECÍFICOS DE IMPORTACIÓN CLANDESTINA QUE ILUSTRAN LA DEBILIDAD DEL MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL
La minera ROSICLER introdujo entre 1972 y 1979 aproximadamente 4,500 toneladas de diferentes residuos peligrosos incluyendo mercaptanos y 42 tambores de BPCs
TRATAMIENTOS PETROQUÍMICOS MEXICANOS en 1985 importó ilegalmente a Baja California 180 tambores de 200 litros de disolventes varios contaminados con arsénico y cianuro; 60 recipientes de 20 litros de nats de pintura contaminados con metales pesados; 9 metros cúbicos de fibras de asbesto residuales en bolsas e hidrocarburos pesados depositados sobre el suelo
MEXACO almacenó durante un periodo mayor a 5 años mas de 7,000 tambores de residuos peligrosos importados
La recicladora de plomo ALCO-PACIFICO fue clausurada por la SEDUE en 1991 y ella se declaró en quiebra, dejando abandonados 12,000 metros cúbicos de residuos peligrosos impotados y 18,000 metros cúbicos de suelos contaminados.
La compañía estadounidense QUEMETCO tuvo que indemnizar con 2 millones de dólares al gobierno de México por la importación ilegal de residuos peligrosos.
A&W SMELTERS importó y depositó ilegalmente en una mina de Guerrero Negro, BCS 173 tambores con residuos peligrosos.

Estos seis casos indican lo que puede estar sucediendo en muchos sitios del norte del país. Fuente: SEDESOL, 1993 y SEMARNAP, 1995

5.3. Marco Institucional.

El marco institucional para el control de los residuos peligrosos está encabezado por el INE que se encarga de los trámites de manejo y generación a través de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas.

1. Espinosa, G. en PUMA, 1996-1; Gutiérrez, M. en SEMARNAP, 1995 y Moreno, T., M. en PUMA, 1996-2 mencionan tres casos ilustrativos de la no funcionalidad de la prueba.

Aunque ya se ha mencionado a lo largo del texto que otras secretarías también tienen competencia en su administración, la LOAPF delega al INE dos de las tres actividades principales de que consta la gestión institucional de los residuos peligrosos:

1. La autorización de proyectos para el manejo de los residuos peligrosos.
2. La realización y mantenimiento de una base informativa sobre la generación de residuos peligrosos, para la que se crearon los siete manifiestos que se aplican a los generadores, transportistas y receptores (cuadro 16).

CUADRO 16	
MANIFIESTOS	EMPRESA
Para empresa generadora de residuos peligrosos	Generador
De entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos	Generador, transportista y destinatario
De reporte semestral de residuos peligrosos recibidos para reciclaje o tratamiento	Empresa de reciclaje, tratamiento o disposición final
De reporte mensual de residuos peligrosos confinados en sitios de disposición final	El generador y, en su caso, la empresa de disposición final
De reporte semestral de residuos peligrosos enviados para su reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento.	Generador
Para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente	El generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio.
Para empresas generadoras eventuales de bifemiles policlorados	Generador

Los siete manifiestos son todavía el único medio con el que cuenta el INE para intentar realizar una base de información sobre la generación de residuos peligrosos. Fuente: SEDESOL, 1993

La tercera actividad es la inspección y vigilancia del cumplimiento del marco legal, tarea que corresponde a la PFFA. Aquí sobresale el hecho de que en aproximadamente el 90 % de las visitas de inspección se detectan irregularidades en el manejo de los residuos peligrosos, siendo las mas frecuentes:

- no contar con un área de almacenamiento adecuada,
- no entregar los manifiestos como generadores,
- no enviarlos a tratamiento o confinamiento,
- no llevar bitácoras de generación mensual ni de movimientos de entrada y salida y
- no caracterizarlos adecuadamente.

Esto sucede sobre todo en las empresas mas chicas, donde incluso a

veces no se tiene el conocimiento de que exista una regulación de residuos peligrosos. Al respecto hay que resaltar el hecho de que más del 98% del total de las industrias son micro y pequeña industria.

Otros organismos creados por el Estado que convergen en el marco institucional de los residuos peligrosos son:

1. La Comisión Nacional de Normalización, encargada de elaborar y emitir las Normas Oficiales Mexicanas a través de 21 Comités Consultivos Nacionales de Normalización, uno de ellos encargado de los materiales y residuos peligrosos.
2. La Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) que es el lugar donde se discuten asuntos relativos al manejo integral de las sustancias peligrosas, en ella participan la SS, SEMARNAP, SEDESOL, SAGDR y SECOFI y
3. El Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP) que es una red de laboratorios acreditados para efectuar la prueba de detección de alguna característica CRETIB.

5.4. Programas y acciones del gobierno federal para su manejo.

1. En el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 se concreta la política pública en materia de medio ambiente. Su objetivo principal es "Frenar las tendencias de deterioro del medio ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales y sentar bases para un proceso de restauración y recuperación ecológica que permita promover el desarrollo económico y social de México con criterios de sustentabilidad" (SEMARNAP, 1996-3)

Para lograrlo utiliza 15 estrategias. Una de ellas trata específicamente de la Reducción y Manejo Seguro de los Residuos Peligrosos.

Las metas propuestas en esta estrategia son:

- Promover la minimización de la cantidad de residuos peligrosos y los riesgos inherentes a su manejo, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez más limpios.

- Reducir el impacto ambiental atribuible a los residuos peligrosos, en lo que respecta a acuíferos, suelos, riesgo, salud y cadenas tróficas.
 - Fomentar la recuperación de material secundario así como insumos y energéticos que eviten agotamiento de recursos naturales.
 - Incrementar la oferta de sistemas e infraestructura de manejo adecuado
 - Controlar y regular eficientemente su movimiento transfronterizo
 - Lograr una concurrencia ordenada entre los tres niveles de gobierno y
 - Dar atención y cumplimiento de compromisos internacionales.
- Mientras que los Proyectos y Acciones Prioritarias se enlistan a continuación.
- Sistema de Información Geográfica (SIG) nacional para la localización de infraestructura -Inventario nacional de generación de residuos peligrosos.
 - Centro de información y seguimiento tecnológico.
 - Certificación y dictaminación en la regulación directa para residuos peligrosos.
 - Nueva normatividad para tratamiento térmico, confinamientos y reciclaje.
 - Nueva normatividad para la definición de residuos peligrosos.
 - Sistema de evaluación de riesgo ambiental de residuos peligrosos.
 - Desarrollo del sistema de manifiestos, inventarios y cumplimiento.
 - Desarrollo de mercados y sistemas de manejo para residuos prioritarios.
 - Rastreo y vigilancia del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos (Uso del HAZTRACKS).
 - Infraestructura y servicios integrales para zonas prioritarias.

2. Los residuos peligrosos de origen industrial tienen un programa específico, el Programa para la Minimización y Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000.

Acorde con el marco del que surge que es el Programa del Medio Ambiente 1995-2000 antepone el principio de la minimización, seguido de la recuperación, internalización de costos y coordinación estrecha entre autoridades y empresas involucradas en cualquier fase de su manejo. Sus objetivos son:

- Asegurar el manejo adecuado de mas de la mitad de los residuos industriales peligrosos para el año 2000 y sentar las bases para una ampliación progresiva de esa cobertura.
- Promover la minimización de la generación de los residuos industriales peligrosos y de los riesgos inherentes a su manejo, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez mas limpias.
- Fomentar la recuperación de materiales e insumos secundarios, en un contexto de eficiencia económica y ambiental, así como de conservación de los recursos naturales.
- Promover la valorización y el manejo de los residuos como componente fundamental del sector ambiental de la economía.
- Inducir la integración de nuevas cadenas productivas, tanto para los residuos con alto valor comercial en el mercado, como para aquellos materiales secundarios producto del tratamiento de aquellos.

Los instrumentos a emplear son los siguientes (PUMA, 1996-2):

- a). Regulación directa de materiales, residuos peligrosos y riesgo.
- b). Evaluación del impacto ambiental.
- c). Estudios del riesgo.
- d). Normatividad.
- e). Información.
- f). Concentración y concurrencia.
- g). Instrumentos económicos.

h). Inspección y vigilancia.

3. Como parte de la modernización de la regularización prevista en el Programa del Medio Ambiente 1995-2000 y específicamente en el renglón de Regularización Industrial Directa, en abril de este año se presentó oficialmente el Sistema Integrado de Gestión Ambiental en la Industria (SIRG) que busca terminar con la sobreregularación, las ineficiencias administrativas y las divergencias y sobreposiciones institucionales referentes a las emisiones de la industria.

Actualmente, una industria debe cumplir con un amplio espectro de leyes que muchas veces atienden lo mismo pero con diferente criterio además; requiere de diversas autorizaciones, permisos y licencias para operar sin unificación de criterios y tiempos de respuesta entre las instancias que los expiden.

Por tanto el SIRG "trata de superar una óptica segmentada en donde se definen medios artificialmente disociados entre sí (agua, aire, suelo) y que han sido objeto de diferentes instancias de regulación" (SEMARNAP, 1997). Asimismo trata de incrementar la eficiencia administrativa y evitar las transferencias de contaminantes y de impactos ambientales de un medio a otro. Esto es, pretende ser un trámite con enfoque multimedios y de simplificación administrativa.

Es único por establecimiento industrial e integra la evaluación del impacto ambiental, estudios de riesgo, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y residuos industriales peligrosos.

Consta de cinco componentes. La columna vertebral del sistema es la Licencia Ambiental Única que es un instrumento de regulación directa por establecimiento industrial que permite coordinar en un solo proceso la evaluación, dictamen y seguimiento de obligaciones y trámites que en materia ambiental corresponden a la industria.

También consta de la Cédula de Desempeño Ambiental que es un instrumento de seguimiento, actualización e información por establecimiento industrial en materia de emisiones, manejo y transferencia de contaminantes, mediante esta se busca el control progresivo de la contaminación y la actualización de las bases de licenciamiento.

El tercero es el Programa Voluntario de Gestión Ambiental cuyo propósito es fomentar la convergencia entre los intereses privados en torno de la productividad y la competitividad y los intereses en favor de la protección al ambiente.

El cuarto es el Programa de Auditorías Ambientales que pretende ser la herramienta metodológica para el examen de la operación de la planta industrial respecto de la contaminación y riesgo que generan, así como en relación al grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y los parámetros internacionales de buenas prácticas de operación.

El último elemento son los Centros Regionales de Apoyo a la Gestión Ambiental que tienen por objetivo brindar apoyo a la gestión ambiental de la industria para que esta eleve su desempeño ambiental.

Para solicitar la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Desempeño Ambiental es necesario llenar los formatos respectivos a cada uno de los tres tipos de efluentes industriales. En cuanto a los residuos peligrosos se tienen dos tipos de formatos: uno para el generador "Generación, manejo y transferencia de residuos peligrosos en el establecimiento" y otro para los prestadores de servicios incluyendo las empresas que manejan instalaciones de disposición final "Prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos".

Para llenarlos es necesario consultar 19 tablas. Son importantes porque en ellas por primera vez se sistematiza en un solo criterio todas las posibles variaciones durante su ciclo de vida, lo que representa el inicio de un eficaz sistema de información.¹ (cuadro 17).

4. Entre los objetivos del Programa de Trabajo 1997 de la SEMARNAP presentado hasta el último día de marzo, se menciona que ya se ha terminado el Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura, que valorará la vocación del territorio nacional para la ubicación de CIMARIS y donde se identificaron 80 sitios óptimos para su construcción. Hasta abril de 1997 se contaba con 8 solicitudes para ubicarlos en los estados de Guanajuato, Tamaulipas, Aguascalientes, Coahuila, Puebla, Hidalgo o Querétaro y serán dictaminadas éste año pues se pretende que comience de inmediato la construcción del primero, posiblemente en Coahuila, para que a finales del año 2 000 haya por lo menos cinco CIMARIS en operación.²

También se considera "realizar una campaña nacional de educación respecto

1. En el anexo se encuentran reproducciones de la cédula para el Programa Voluntario y los formatos y tablas para solicitar la Licencia Ambiental Única.

2. Sobre la ubicación de los sitios mas convenientes para instalar infraestructura ver 8.3

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

CUADRO 17		
TABLAS UTILIZADAS POR EL SIRG		
Número	Título	Se utilizan para formatos de r p
1	Estado físico	
2	Formas de almacenamiento	
3	Método de estimación	
4	Tipos de descarga	
5	Tipos de tratamiento biológico	+++++
6	Tipos de tratamiento fisicoquímico	+++++
7	Tipos de tratamiento químico	+++++
8	Identificación de residuo por categoría y tipo	+++++
9	Tipos de tratamiento o disposición	+++++
10	Tratamiento de corrientes gaseosas	+++++
11	Tipos de incineración y otros tratamientos térmicos	+++++
12	Procesos de estabilización y solidificación	+++++
13	Métodos de recuperación de energía	+++++
14	Métodos de recuperación de sustancias	+++++
15	Tipos de almacén	+++++
16	Accidentes y operación anormal	
17	Regiones hidrológicas	
18	Lista de sustancias	
19	Categorías químicas	

El industrial inscrito en el SIRG utiliza 19 tablas para llenar los formatos referidos a los distintos tipos de emisiones, 11 de esas tablas (señaladas con el símbolo: +++++) corresponden específicamente a los residuos peligrosos.
Fuente: SEMARNAP, 1997

al adecuado manejo de los residuos peligrosos” sin embargo no ha habido ninguna acción concreta al respecto.

5. Hay dos convenios voluntarios que destacan entre la SEMARNAP y dos camaras Industriales: con la Cámara Nacional de Aceites, Grasas y Jabones, en el que se suscribió el compromiso de fabricar en el país solo detergentes biodegradables y con la Cámara Minera de México donde se establecen las bases para la reducción de la exposición asociada a emisiones industriales de Plomo, manejo del plomo en los procesos productivos, uso y reciclaje de productos con plomo y manejo de residuos.

6. A finales de mayo de este mismo año y en concordancia con el proyecto o acción de realizar centros de información y seguimiento tecnológico, se anunció la creación del Centro Nacional Coordinador y de Información de la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR) para incluirse en la red Panamericana de Manejo de Residuos que depende de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). La red quedó conformada por 35 miembros,

entre los que se encuentran Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Confederación de Cámaras Industriales CONCAMIN, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Instituto Nacional de Reciclaje (INR), asociaciones profesionales y grupos de interés social. Cada una de estas instituciones facilitará el acceso a sus acervos documentales y bases de datos. La función de la red es intercambiar información para fomentar el manejo ambiental de los residuos, con el fin de maximizar las capacidades institucionales en la materia. Con esto se hará mas fácil y sencillo el acceso a información clave, que será presentada de manera que sea operable y se traduzca a acciones concretas aplicables a los procesos industriales del país. También se constituyó el Grupo Técnico Coordinador que definirá con mayor precisión los objetivos, metas y el programa de trabajo de la red. Dicho programa estará constituido por los programas individuales que cada institución desarrolle.

El REMEXMAR tendrá su sede en la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE. Sin embargo, está previsto que el centro de información de la red sea transferido a otra institución no gubernamental.

6. CONTEXTO INTERNACIONAL.

El interés por los temas ambientales ha rebasado límites políticos e institucionales derramándose por todo el planeta; abriendo nuevos espacios de interacción y confrontación entre grupos, sectores y gobiernos. La fuente de la creciente atención reside en las repercusiones transfronterizas de ciertos procesos de deterioro ambiental o en los problemas de acceso y manejo de los recursos globales (commons) del planeta como la pérdida de biodiversidad, el cambio en el equilibrio climático o el llamado "agujero de ozono". Por otro lado está la preocupación que manifiestan habitantes de un número creciente de países (sobre todo industrializados) por el destino de determinados ecosistemas y especies, aunque estos se ubiquen fuera de sus territorios (como los bosques tropicales) y no necesariamente existan efectos negativos evidentes en sus propios países.

También consideraciones de tipo económico referidas a ventajas o desventajas competitivas por diferentes regulaciones ecológicas entre países, proteccionismo disfrazado de control ambiental, prácticas comerciales desleales originadas en subsidios presuntamente antiecológicos entre otros.

Todos estos han configurado un espectro de temas a tratar entre las naciones dentro de los cuales sobresale el de los residuos peligrosos.

6.1. Residuos peligrosos en la región Frontera Norte.

En el país, la nueva realidad política-económica -este proceso de despiadada apertura económica e interminable transición democrática llamada modernización que ha sumido en la pobreza a más de 40 millones de mexicanos- ha obligado a replantear las estrategias, priorizar metas y modificar necesidades. Ha significado un cambio en la composición económica de las regiones del país que trasladarán la problemática que representa los residuos peligrosos hacia nuevos escenarios.

Destaca sobre todo, por su colindancia con Estados Unidos de América (EUA), que es el mayor generador de residuos peligrosos en el mundo, la región de la frontera norte; que experimenta un explosivo crecimiento urbano e industrial, especialmente por sus maquiladoras que son la mayoría.¹ Las características de su planta industrial hacen que se signifique en la región

1. SEDESOL, 1994-1 menciona que hay 1,673 empresas generadoras en la región, de las cuales 1,403 (84.1%) son maquiladoras.

de generación de residuos peligrosos más intensa del país, esto es, genera más residuos peligrosos por unidad de producción.¹ Las maquiladoras producen 60,000 toneladas anuales de residuos peligrosos, de esta cantidad solo 32,707 (54.5 %) se regresan a EUA, 10,932 (18.2 %) se disponen en México y el resto, 16,361 (27.3 %) no se sabe que pasa con ellos.

Por su composición, en el Programa Ambiental Fronterizo se indica que el 36 % son disolventes, 8 % pinturas y barnices, 13 % aceites y grasas, 4 % resinas, 6 % soldaduras de plomo y 33 % derivados del petróleo, tintas, adhesivos, fenoles, silicón, lodos, ácidos y bases. (SEMARNAP, 1996-1)

Además esta región es importante en la importación-exportación de residuos peligrosos por la repatriación que de ellos hacen las maquiladoras y por ser el lugar de depósito clandestino de residuos peligrosos ilegalmente importados desde Estados Unidos.

Aquí conviene regresar a la LGEEPA para conocer como rige su importación.

Los lineamientos para el movimiento transnacional de residuos peligrosos están contenidos en el capítulo V de la LGEEPA. Las principales disposiciones dictan que el control de la importación y exportación de residuos peligrosos corresponde a la SEMARNAP mediante la CICOPALFEST a través del trámite conocido como "guías ecológicas". La importación se hará solo para tratamiento, reciclaje o reuso. (El acuerdo publicado el 29 de agosto de 1994 en el DOF establece los criterios de restricción y prohibición para el comercio con residuos internacionalmente prohibidos) No se pueden importar cuando el objetivo sea la disposición final, o simple depósito, almacén o confinamiento. La autorización de exportación queda condicionada a la aceptación o consentimiento del país receptor. Los generados en los procesos en los que se utilizó materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser regresados al país de procedencia. En el acuerdo publicado el 09 de noviembre de 1988 en el DOF se indican 8 grupos de residuos peligrosos que no pueden ser importados por su peligrosidad:

- Lodos de tratamiento en la producción de toxafeno o de disulfotón.
- Residuos de compuestos fenol-arsenicales.

1. SEMARNAP, 1995 da la cifra de 78%

- Mezclas de sales generadas en la producción de metil monoarseniato de sodio y ácido cacodílico.
- Sedimentos y colas de destilación de tetracloro benzeno resultado de la producción de 2,4,5-Triclorofenoxipropiónico (silvex).
- Lodos de tratamiento de aguas generadas en la producción de creosota.
- Sólidos de filtración de exacloro ciclopentadieno en la producción de clordano.
- Sólidos provenientes de los embalses de los fundidores de plomo.

El movimiento transnacional de residuos peligrosos en México se debe a tres razones:

1. La repatriación hacia Estados Unidos que de estos hacen las industrias maquiladoras atendiendo al artículo 153 de la LGEEPA.
2. La actividad de varias empresas mexicanas dedicadas al reciclaje o recuperación de materiales secundarios que en vez de satisfacer la oferta de residuos peligrosos nacionales, los importan legalmente.
3. Esta ilegal, que es el inegable tráfico clandestino proveniente de EUA (cuadro 16).

CUADRO 18		
IMPORTACIÓN - EXPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS		
Importación para recuperación, reuso y reciclado (Industria nacional)		
Tipo de residuo	1995	1996 (junio)
Polvo de zinc	105,000 ton	60,000 ton
Estaño y plomo	3,500 ton	1,400 ton
Baterías usadas	0	45,000 pzas
Llantas	539,980 pzas	338,653 pzas
Tambores	59,666 pzas	36,010 pzas
Total (ton):	108,500	61,400

En vez de utilizar los residuos peligrosos generados en el país, las industrias mexicanas dedicadas a la recuperación y reciclamiento de residuos peligrosos los importan cada vez en mayor cantidad desde EUA. Fuente: SEMARNAP, 1996-2

Según la EPA las exportaciones de EUA a México se incrementaron mas de 700 % de 1987 a 1992 al pasar de 10,710 a 72,178 toneladas anuales. Cifra que representa mas del 50 % del total de sus exportaciones realizadas. Sin embargo ha mantenido un ritmo sostenido en el aumento del volumen importado pues en 1995 se reportaron 108,500 ton. (cuadro 18).

SEDESOL, 1994-2 enuncia que los residuos peligrosos que mas se importan son el aluminio, cobre, hule blader, niquel, plomo, polímeros, tambores sucios y zinc entre otros.

Sin embargo hay que recordar que las cifras de importación-exportación, al igual que las de todos los demás datos en relación a los residuos peligrosos, son simples ejercicios de aproximación muy relativos debido principalmente a las limitaciones presupuestales y técnicas.

6.2. Implicaciones de la Integración económica.

El libre comercio internacional beneficia el llamado desarrollo sustentable al fomentar la transferencia de tecnologías, procesos y bienes y servicios ambientalmente benignos y evitando distorsiones en los precios que luego favorecen decisiones con elevado impacto ambiental. Sin embargo también crea varios problemas como el impedimiento para establecer cuotas o aranceles a la exportación de productos primarios, lo que los hace mas reductibles y por eso se sobreexplotan (por ejemplo la exportación de maderas preciosas), la interpretación de ciertas regulaciones ecológicas nacionales como barreras arancelarias, el establecimiento de regulaciones ecológicas para impedir el acceso de productos extranjeros (como el atún mexicano vetado en EUA) y, en el tema que nos concierne, la mayor transferencia internacional de residuos peligrosos.

La conjunción de una legislación entorno al control de los residuos peligrosos cada vez mas estricta en los países industrializados que hace que los costos asociados a las fases de su manejo sean cada vez mas altos y la apertura de las fronteras al comercio internacional crean las condiciones económicas favorables para el movimiento transnacional de los residuos ya sea legalmente, porque sale mas barato tratarlos en países donde las leyes son mas flexibles, o bien ilegalmente, depositándolos mas allá de sus fronteras en donde no hay legislación al respecto y el único costo que tienen que pagar es el transporte.

El aspecto positivo de la integración global en bloques es que debido a las presiones de sus nuevos "socios" comerciales México ha tenido que homologar estándares, leyes y procesos ambientales. Ha tenido mayor acceso en comparación con otros países no industrializados a recursos financieros aplicables en proyectos ecológicos y, de alguna manera, forzado la creación

de cuadros profesionales en la materia.

Un ejemplo claro son las normas de la serie ISO 14 000 relacionadas con aspectos ambientales elaboradas en 1987 por la Organización Internacional de Normalización, ellas sirven para certificar a los productores de bienes o prestadores de servicios de acuerdo a su desempeño ambiental. De manera que es necesario que cuenten con "procesos limpios" (menos generadores de residuos peligrosos) si quieren continuar o ingresar al mercado internacional.

Aparte de las diferencias en cuanto a la rigidez y desarrollo de las leyes en diferentes países, otro elemento que influye en la dificultad para regular el movimiento transnacional de residuos peligrosos es su diversidad. Las definiciones y clasificaciones de residuos peligrosos de cada país reflejan su nivel de desarrollo industrial y las características del medio físico en que se ubican. Es así que se hace muy difícil establecer un único listado universal de residuos peligrosos que facilite su control entre los países.¹

Los criterios para clasificarlos pueden ser por su característica CRETIB, tecnología de origen, característica física o química, etc.. Un ejemplo lo podemos encontrar entre nuestro país y EUA:

1. En desperdicios metálicos, los cojinetes y rebabas del maquinado de metales son residuos peligrosos en México. En EUA y Canadá solo que los metales sean lixiviables y tóxicos.
2. Los contenedores vacíos que previamente contuvieron químicos no siempre son considerados peligrosos en EUA y Canadá depende de la definición de "vacío".
3. Los limpiadores contaminados como trapos y ropa usada con cualquier químico, grasa o aceite son residuos peligrosos en México. En EUA y Canadá solo si son inflamables. (PUMA, 1996-2)

Estos tres muestran que las normas mexicanas consideran como peligrosos a muchos residuos que en EUA no lo son y consecuentemente podrían ser dispuestos en este país sin los requerimientos necesarios para un residuo peligroso.

1. Para obtener una panorámica acerca de la definición de "residuos peligrosos" en varios países, véase CMPCC y SM-Dynamics, 1992.

6.2.1. ¿Importar o no importar?

El debate entre los defensores del esquema actual de permisibilidad de las importaciones de residuos peligrosos solo para fines de tratamiento y los que luchan por la no importación apenas comienza y es seguro que como en otros muchos paradigmas, ninguna de las dos posiciones tiene toda la verdad. Los primeros sostienen que la importación puede ser una valiosa fuente de materiales secundarios que eviten la explotación de recursos naturales escasos o muy costosos, es fuente generadora de empleos, puede significarse en una fuente importante de ingresos, en economías de escala y con un mercado limitado la importación puede asegurar la viabilidad de las industrias. El grupo de la "no importación" argumenta que no se pueden permitir dadas las diferencias en la capacidad de vigilancia y control con respecto a los países industrializados, es probable que el costo que implica el monitoreo y la prevención y control de los daños ambientales superen las ganancias, su importación significa mantener abierta la posibilidad de que el objetivo real sea la disposición final, reducen el interés de las empresas generadoras por disminuir su generación y es una cápsula de escape para que el generador no cumpla las obligaciones ambientales.

6.3. Convenios Internacionales.

6.3.1. Perspectivas con las que se ha enfocado a los problemas ambientales.

A nivel internacional, la perspectiva con la que se ha abordado "lo ambiental" ha transitado por tres etapas. En la primera nadie se preocupaba pues se tenía al planeta como una esponja con capacidad de asimilación infinita. Después al tomar conciencia de que las emisiones rebazaban la propiedad de autorregulación de los ciclos biológicos se empezó a aplicar de manera directa medidas para regular a las grandes fuentes emisoras, los fenómenos de sanidad ocasionados por el desarrollo urbano e industrial se enfrentan en esta etapa solo con el enfoque regulatorio de "comando y control". Los resultados que se obtienen son relativamente satisfactorios pero con frecuencia la solución de un problema ha significado en realidad su traslado hacia otro medio. El resultado ha sido que la medicina no ha podido con la enfermedad, nuevos problemas han aparecido y otros ya existentes se han agravado. Por ello estamos hoy en medio

de la transición hacia una tercera etapa en la que se intenta una nueva filosofía en la administración del ambiente llamada "desarrollo sustentable" que reviza con un enfoque integral de riesgo en el largo plazo, las necesidades de prevención y control de la contaminación" (SEMARNAP, 1995) acompañada de una mayor utilización de instrumentos económicos.

Esta se distingue por representar una introspección en el proceso productivo, antes del tubo, tratando de reducir las emisiones en la fuente a través de rediseñar los procesos de producción, racionalizando al máximo los insumos requeridos, reutilizándolos en otras partes del proceso productivo y reciclando elementos que antes se consideraban basura.

Los convenios internacionales en materia de residuos peligrosos no han sido ajenos a esta influencia y tratan de adaptarse a la nueva concepción del manejo del ambiente.

6.3.2. Antecedentes.

La preocupación por el movimiento transfronterizo y la disposición final de los residuos peligrosos surge como consecuencia de varios incidentes con residuos peligrosos que involucraron a más de un país. Esto llevó a establecer acuerdos internacionales que tendieran a controlarlos.

El tema fué mencionado por primera vez en 1981 en el Programa de Montevideo para el Desarrollo del Derecho y la Revisión Periódica del Derecho Ambiental.

Sin embargo el antecedente más directo son las Directrices y Principios del Cairo para el Manejo Ambientalmente Racional de Desechos Peligrosos de 1987. Surgido a iniciativa del Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) y en él se menciona por primera vez el requerimiento de aceptación por parte del país receptor o Procedimiento de Consentimiento Previo Informado (PIC).

Enseguida mencionaremos algunas particularidades de los acuerdos internacionales que México debe atender.

6.3.3. Convenio de Basilea.

El Convenio de Basilea es el más importante (cuadro 19). Es el único

convenio con carácter jurídico.¹ Fué adoptado el 22 de marzo de 1989. Consta de 6 anexos:

- I. Categorías de desechos que hay que controlar.
- II Categorías de desechos que requieren una consideración especial.
- III Lista de características peligrosas.
- IV Operaciones de eliminación.
- VA Información que hay que proporcionar con la notificación previa.
- VB Información que hay que proporcionar en el documento relativo al movimiento y
- VI Arbitraje.

CUADRO 19	
OTROS CONVENIOS INTERNACIONALES QUE ABORDAN EL TEMA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	
REGIONALES	V Convención de Lomé entre países de la Comunidad Europea y del grupo Asia-Caribe-Pacífico de 1989
	Convención de Bamako sobre la prohibición de importaciones a África y el Control de los Movimientos Transfronterizos y el Manejo de los Desechos Peligrosos dentro de África de 1991
	Tratado de Abuja para establecer la Comunidad Económica Africana (OUA) de 1991
BILATERALES	Tratado entre Estados Unidos de América y Canadá de 1986
PROTOCOLOS EN PROCESO DE ELABORACIÓN DENTRO DEL MARCO DEL PROGRAMA DE MARES REGIONALES DEL PNUMA	Protocolo para la Prevención de la Contaminación en el Mar Mediterráneo por el Movimiento Transfronterizo de Residuos Peligrosos
	Plan de Acción para el Mar Negro
	Plan de Acción para el Gran Caribe
	Plan de Acción para el Pacífico Sudoriental
	Plan de Acción para el Golfo Pérsico y de Omán

Afortunadamente cada vez se concretan mas acuerdos internacionales que intentan controlar las emisiones contaminantes a nivel global. Fuente: SEMARNAP, 1995

Entró en vigor el 05 de mayo de 1992. México lo ratificó el 22 de febrero de 1991. Persigue los siguientes objetivos:

- 1. Asegurar que la generación de residuos peligrosos se reduzca al mínimo.

1. Los demás convenios son solo entendimientos sujetos a la buena disposición de las partes firmantes pero no tienen fuerza de ley.

2. Disponer de los residuos peligrosos en el país en el que se generan, en la medida de lo posible.
3. Mejorar el control en importaciones y exportaciones.
4. Prohibir los embarques de residuos peligrosos hacia países que carezcan de capacidad legal, administrativa y técnica para manejarlos y disponer de ellos de manera ambientalmente idónea.
5. Cooperar con el intercambio de información, transferencia tecnológica y armonización de normas, códigos y lineamientos.

En la actualidad son 64 las partes contratantes y se han celebrado tres reuniones de la Conferencia de las Partes.

Está constituido por dos grupos de trabajo: Comité Especial de Composición Abierta para la Aplicación del Convenio de Basilea y el Grupo de Expertos Técnicos y Jurídicos.

De sus disposiciones sobresalen los artículos:

4. Establece las obligaciones generales de los Estados, se establece el principio del PIC, no se puede exportar a los Estados miembros que prohíban la importación, obligación de reducir su generación al máximo, no exportar a quien no pueda dar un manejo seguro, no exportar a países no miembros del Convenio y destaca el "principio de proximidad" (se debe disponer o eliminar lo mas cerca posible a su lugar de origen).
6. Establece disposiciones acerca de los movimientos transfronterizos entre los Estados firmantes y se detalla la instrumentación del PIC.
11. Prevé la posibilidad de acuerdos paralelos entre dos o mas miembros a nivel bilateral, regional o multilateral siempre que contengan medidas ambientales igual o mas estrictas que el Convenio. Este artículo ha sido considerado por varios como un candado para impedir la incorporación de mas estados al Convenio.

Durante la Segunda Convención de las Partes se dió un paso muy importante al prohibir la exportación de residuos peligrosos de países miembros de la

OCDE a países "no OCDE" a partir del 31 de diciembre de 1997. La lista de residuos peligrosos del Convenio de Basilea es la misma que hizo la OCDE en mayo de 1988. Solo se le agregaron los códigos Y18, Y46 y Y47.¹

La propuesta original pretendía enmendar el texto. Estaba encabezada principalmente por el Grupo de los 77 (G 77) pero la falta de tiempo y la oposición de Canadá, EUA, Japón y Nueva Zelanda impidieron que hubiera el consenso necesario. No obstante aunque no se enmendó el Convenio sí se decidió el acuerdo concensado UNEP/CHW.2/CRP.34 bajo la forma de una resolución de las Partes Contratantes que significó un cambio en su filosofía al pasar de un esquema meramente regulatorio a un enfoque de prevención, poniéndose en concordancia con la etapa actual de manejo de los problemas ambientales. Además la Convención no prohíbe todos los movimientos de residuos peligrosos mas bien intenta desalentarlos haciéndolos demasiado costosos y difíciles para que los generadores se decidan mejor por la disminución.²

6.3.4. Acuerdo de La Paz.

El Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los EUA sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza (Acuerdo de la Paz) fué firmado el 14 de agosto de 1983 y entró en vigor el 16 de febrero de 1984. Aunque anterior a la Convención de Basilea el artículo 11 de esta última permite su existencia.

Los dos países se comprometen a tomar las medidas necesaria para prevenir y controlar la contaminación en una franja de 100 km de ancho a ambos lados de la frontera. El 12 de noviembre de 1986 se firmó el Anexo III del Convenio de la Paz que se refiere específicamente al movimiento transnacional de desechos peligrosos y sustancias tóxicas.

Entre sus disposiciones destaca: es necesario la notificación del país exportador y el consentimiento del país importador, los residuos generados por materiales admitidos para su procesamiento (residuos de las maquiladoras) serán retornados

1. Las listas pueden consultarse en SEDESOL, 1993.

2. El Acuerdo UNEP/CHW.2/CRP.34 antepuso la ética ambiental a los beneficios económicos y ambientales que los países de la OCDE hubieran podido seguir obteniendo de continuar exportando residuos peligrosos a países con débil infraestructura e insuficiente capacidad de vigilancia. En ese sentido es una muestra de que en la realidad "las nobles intenciones" también ganan.

al país de origen, los daños a los ecosistemas por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos deberán ser restaurados y mediante compensación restituirse los daños a personas, propiedades y medio ambiente.

En febrero de 1992 bajo los lineamientos del Acuerdo de Paz se creó el Plan Ambiental Fronterizo (PIAF) del que surgió el sistema de rastreo de residuos peligrosos llamado Hazardous Waste Tracking System (HAZTRAKS) financiado por la EPA, que permitirá a las autoridades rastrear eficientemente los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y sustancias tóxicas entre los dos países (cuadro 20).

CUADRO 20
OBJETIVOS DEL HAZTRAKS
Dar seguimiento continuo y eficiente al movimiento transfronterizo de materiales y residuos peligrosos entre México y EUA.
Evaluar, controlar y simplificar los procesos técnicos y administrativos involucrados en el movimiento transfronterizo
Mejorar el control de la calidad de la información por medios electrónicos y su intercambio entre las autoridades de los dos países, las industrias generadoras y otras organizaciones gubernamentales
Colaborar con la administración de aduanas de la SHCP para controlar eficientemente las cantidades y características de los residuos peligrosos que cruzan la frontera
Expedir y dar seguimiento a las autorizaciones de movimientos transfronterizos y nacionales de los materiales y residuos peligrosos.

El HAZTRAKS es el ejemplo que mas sirve para ilustrar como, mucho de lo poco que se ha hecho en el país para darle un manejo adecuado a los residuos peligrosos, es gracias al apoyo técnico y financiero de otros países, principalmente de EUA. Fuente: SEDESOL, 1994-2

Las actividades del PIAF comprendían temas como: movimiento transfronterizo, sitios de confinamiento y repatriación, maquiladoras, transferencia tecnológica y comunicación. Sin embargo la insuficiente asistencia técnica y financiera además de la excesiva burocracia impidieron el logro de sus objetivos (PUMA, 1996-2).

El programa Frontera XXI se instrumentó en 1996 para sustituir al PIAF que al incorporar el manejo de SIG, recursos naturales y salud como nuevos elementos ha impulsado los estudios tendientes a identificar zonas de prioridad y ubicar los mejores sitios para plantas de manejo y confinamientos de disposición final.

6.3.5. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) no

es un Convenio Internacional ambiental específico como los demás enumerados en este capítulo. Es una entidad intergubernamental que agrupa a los 27 países mas industrializados (cuadro 21). Dentro de ella trabajan mas de 150 comites, grupos de trabajo y de expertos con un amplio rango de temas.

Alemania	Finlandia	México
Australia	Francia	Noruega
Austria	Grecia	Nueva Zelandia
Bélgica	Irlanda	Países bajos
Canadá	Islandia	Reino unido
Dinamarca	Italia	Suecia
España	Japón	Suiza
EUA	Luxemburg	Turquía

En un principio se le llamaba el club de los ricos, sin embargo poco a poco a ido aceptando como miembros a países con economías emergentes, como la de México. Fuente: SEMARNAP, 1995

Cada país es representado por delegados de diferentes instancias gubernamentales según el tema tratado. En el manejo ambientalmente seguro de los residuos peligrosos y el control de su movimiento entre países la OCDE ha sido pionera en la concepción y aplicación de nuevos conceptos de política, así como en el diseño de nuevos sistemas institucionales (la primer decisión recomendación en torno al tema la tomó en 1984). México, debido a la enorme capacidad de autopromoción

del sexenio anterior, fué aceptado en 1994 y por lo tanto debe cumplir las decisiones del Consejo de Ministros.

En los principios de acción y control de los embarques transfronterizos y en las opciones de gestión se encuentran:

1. Abatimiento de la generación de los residuos peligrosos.
2. Separación de sus componentes reutilizables en la fuente.
3. Reuso de manera directa en la fuente.
4. Tratamiento físico y/o químico para su recuperación o reuso.
5. Destrucción por medios físicos y/o químicos (incluyendo la incineración).
6. Almacenamiento permanente en confinamientos controlados (SEDESOL, 94-1).

La OCDE ha aprobado 5 decisiones en materia de residuos peligrosos de 13 que ha expedido en materia ambiental, lo que demuestra la importancia del tema para ellos (cuadro 22). El contenido de estas decisiones es asegurar la cooperación, la información pública y en general el manejo integral de los residuos, proporcionando a las autoridades de los países involucrados

datos oportunos y adecuados concernientes a los movimientos transfronterizos.

CUADRO 22	
DECISIONES DE LA OCDE EN MATERIA DE MANEJO TRANSFRONTERIZO DE R.P.	
C 83/180 Final (febrero 1984)	Movimientos transfronterizos de residuos peligrosos
C 86/64 Final (junio 1986)	Exportación de residuos peligrosos desde países miembros de la OCDE
C 88/90 Final (mayo 1988)	Movimientos transfronterizos de residuos peligrosos
C 90/178 Final (enero 1991)	Reducción de movimientos transfronterizos.
C 92/39 Final (marzo 1992)	Movimientos transfronterizos destinados a actividades de recuperación

La OCDE reconoce tres tipos de residuos de acuerdo a su peligrosidad potencial.

- Los incluidos en la lista verde cuya movilidad está definida a través de transacciones comerciales normales, y se refiere a los residuos que no se consideran peligrosos.
- Los incluidos en la lista amarilla que deben sujetarse a sistemas de control y de notificación, que permiten la exportación amparada en contratos y acuerdos globales y "silencios positivos" en el caso de una notificación sin respuesta.
- Los incluidos en la lista roja que está sujeta a controles estrictos que implican un acuerdo y una notificación embarque por embarque.¹

En cuanto a los BPC¹⁵ prohíbe su manufactura, exportación, importación y venta interna, así como de los productos, artículos o equipos que los contengan o los requieran (excepto en casos de investigación) o los residuos peligrosos que los incluyan, aunque deja abierta la posibilidad de ciertos usos en los que no existen sustitutos ni posibilidades de contaminación ambiental o humana.

6.3.6. Acuerdo de cooperación sobre medio ambiente en América del Norte.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) se estableció entre México, EUA, y Canadá a mediados de 1993, sin embargo la presión de una extraña alianza entre sindicatos, industriales y ecologistas de EUA, de los cuales hicieron eco en el país algunos ecologistas despistados o ávidos

1. Para consultarlas, véase SEDESOL, 1993.

de notoriedad, hizo que se iniciaran negociaciones entre los tres países entorno a los llamados "acuerdos paralelos al TLC" referentes a los temas ambiental y laboral.¹

Las negociaciones concluyeron el 12 de agosto de 1993 y el Acuerdo entró en vigor al mismo tiempo que el TLC, el 1 de enero de 1994.

A tres años de distancia hemos visto que los temores eran infundados,² pero afortunadamente de las pláticas surgió el Acuerdo de Cooperación sobre Medio Ambiente en América del Norte que establece la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Integrada por un Consejo, un Secretariado y un Comité Asesor Conjunto constituido por cinco personas de cada país que no sean funcionarios de gobierno. Los objetivos del Acuerdo incluyen la promoción del desarrollo sustentable, la cooperación para conservar, proteger y mejorar el medio ambiente, así como el cumplimiento y la aplicación efectiva de las leyes nacionales en materia de medio ambiente.

El CCA tiene la facultad para decidir un plan de remediación o una pena monetaria en caso de que uno de los países firmantes no, esté aplicando o cumpliendo sus leyes ambientales y puede actuar a petición de personas u organizaciones no gubernamentales.

Estas características lo hacen muy útil para una sociedad como la nuestra que por las malas experiencias mira sistemáticamente con recelo las decisiones de las autoridades competentes y necesita buscar otras opiniones diferentes a la "oficial" (las autorizaciones para la construcción de un muelle en Cozumel y la ampliación de una salinera en Guerrero Negro son los mejores ejemplos).

Por la disparidad notable en torno al desarrollo industrial entre México y los otros dos firmantes es difícil hacer coincidir los temas prioritarios en las agendas de las reuniones del Consejo de Ministros. Esta situación ha resultado benéfica para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos

1. Aludían la posibilidad de que el desmantelamiento indiscriminado de controles a la importación propiciara el deterioro de ecosistemas o de recursos principalmente por medio de una mayor transferencia de residuos peligrosos y una redistribución de industrias "sucias" que tenderían a acumularse en México ante nuestra menor capacidad de control y vigilancia.

2. Quizá en realidad enmascaban la posición de intereses corporativos o chauvinistas y hasta tal vez xenófobos que encontraron amplio respaldo en grupos ecologistas fundamentalistas.

peligrosos ya que EUA y Canada prefieren e incluyen un mayor número de temas "brown" es decir, relacionados con la industria, en detrimento de los que tienen que ver con el manejo y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, temas "green", de mayor interés para México en el ámbito del comercio internacional, como los mecanismos para exportar productos extraídos de la naturaleza de manera sustentable como café y vainilla.

En la IV Sesión Ordinaria del Consejo de Ministros de la CCA realizada en junio de 1997 se adoptó la decisión de enviar a los Congresos de México, EUA y Canadá el Instrumento de Impacto Ambiental Transfronterizo (EIAT) mediante el cual se buscará que los gobiernos consulten a las autoridades y habitantes sobre la construcción de proyectos que puedan causar daños ambientales que trasciendan las fronteras. De concretarse, el EIAT permitirá tomar en consideración la evaluación del impacto ambiental de los proyectos mediante la notificación, el suministro de información y la consulta entre las partes.

Este instrumento es benéfico para México que siempre está en desventaja frente al mayor poder de presión de los medios políticos y de comunicación de EUA principalmente ante eventos en los que como país somos especialmente susceptibles y creemos encontrar siempre discriminación y racismo ambiental como es el caso de la apertura de confinamientos de residuos peligrosos cercanos a la frontera (no hay que olvidar que México confinó cobalto 60 en Samalayuca, Chihuahua a no más de 25 km. de la frontera).

6.3.7. Otros convenios.

Otros convenios en los que México está inscrito y que en menor medida abordan el tema de los residuos peligrosos son:

1. Convenio de Londres. Antes llamado Convenio sobre la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias.
2. Directrices de Montreal para la Protección del Medio Marino contra la Contaminación Producida por Fuentes Terrestres de 1985. Y
3. Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la región del Grán Caribe, conocido como Convenio de Cartagena de 1983.

7. EFECTOS QUE OCASIONA EL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

"La comprensión humana de las consecuencias de la creación y la eliminación de desechos siempre ha ido muy por detrás del vertido de contaminantes al medio ambiente"

Historia Verde del Mundo. Pontin, C.

Por lo que hemos anotado, el camino para alcanzar es largo y azaroso. Casi todo está por hacerse. Y mientras no terminemos con este pasivo ambiental el medio ambiente y la salud de todos continuará en peligro.

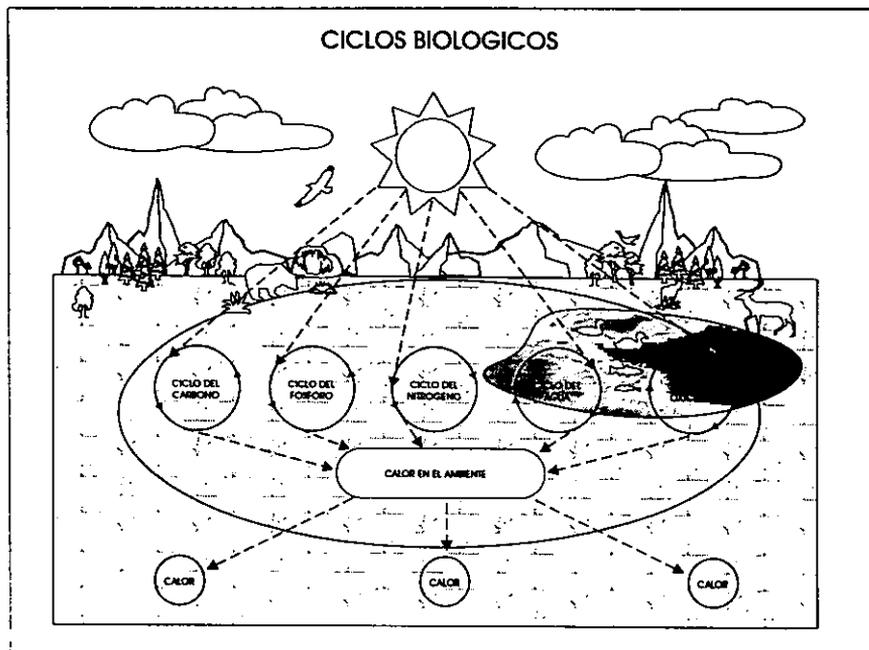


figura 4. Panorama general enormemente simplificado que ilustra como la vida sobre la Tierra depende del ciclamiento de elementos críticos (líneas de trazo continuo) a través de la ecósfera (líneas de trazo punteado). Fuente: modificado de Tyler, 1994

7.1 Residuos y problemas ambientales.

Los ciclos biológicos permiten la vida en la Tierra ya que son los mecanismos

que se encargan de transportar, una y otra vez, del ámbito de lo vivo a lo no vivo, los elementos y compuestos que van a ser utilizados como nutrientes por los organismos. Esta labor la realizan por medio de vías complejas y en una combinación de procesos biológicos, físicos y químicos sin generar residuos pues los "residuos" de un proceso natural sirven de materia prima para otro. (ciclo de nutrientes, de oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y agua). (figura 4.).

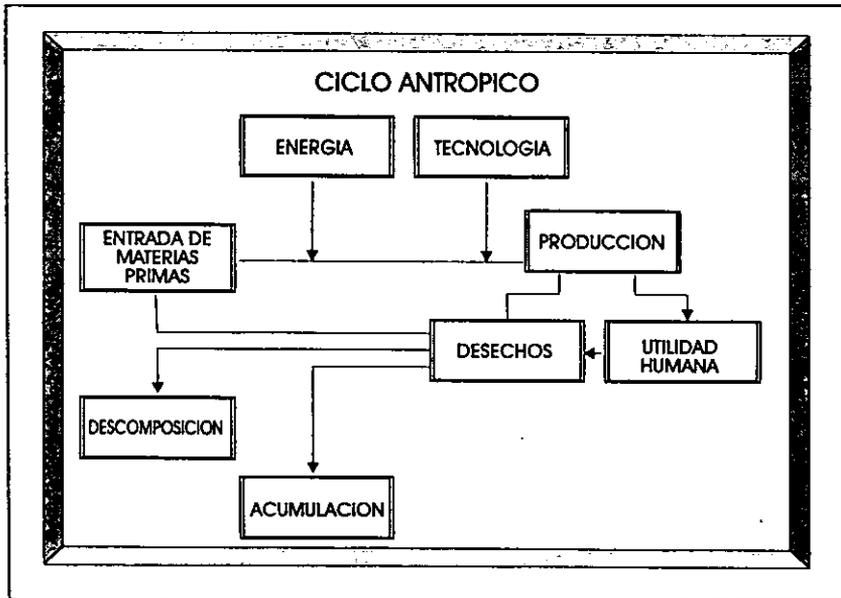


figura 5. A diferencia de los ciclos biológicos naturales, el ciclo antropico genera desechos que pueden no ser aprovechados positivamente por el medio ambiente, provocando los problemas ambientales. Fuente: Tyller, 1994

Los problemas ambientales surgen cuando nosotros, en la búsqueda de una estancia mas agradable, adecuamos el entorno a través de lo que se puede llamar como un ciclo antropico (figura 5) que no es completo, genera residuos que perturban la capacidad de autorregulación de los ciclos biológicos:

- 1- Al agregar un nuevo componente. El ejemplo mas actual y preocupante son los clorofluorocarbonos (CFC⁵), compuestos a quienes se les creía inertes, pero que ahora se les ha

descubierto como los principales destructores de la capa superior de ozono que protege a los seres vivos de la radiación solar de alta frecuencia.

- 2- Al aumentar un componente ya presente. Como el dióxido de carbono que es un constituyente natural de la atmósfera pero cuya presencia hemos incrementado principalmente por la quema de combustibles fósiles ocasionando, entre otras problemas, el sobrecalentamiento global.

Hay una tercera forma de alterar los ciclos biológicos que per se no implica la generación de residuos: es la sobreexplotación de un recurso natural que genera pérdida de habitats y por extensión, de biodiversidad. Sin embargo, actualmente la extracción de un recurso a una tasa tal que signifique un problema ambiental se realiza con técnicas, energéticos y procesos de producción modernos generadores de residuos, un ejemplo pueden ser la maquinaria inservible, depósitos de combustible, desechos sólidos y toda la infraestructura abandonada, que contamina, en los campamentos para la explotación de maderas preciosas.

Por tanto, los problemas ambientales son alteraciones en los ciclos biológicos provocadas por los residuos que generamos al tratar de mantener el modelo actual de civilización seductor pero al parecer insostenible.

De la concepción de naturaleza que cada quién "profese" depende que tan deletéreas consideren las actividades humanas (cuadro 23). Las diferentes concepciones difieren en cuanto a métodos y objetivos y recorren un espectro que va desde quienes consideran a todo proceso humano como contaminante -generador de residuos- apelando a la segunda ley de la termodinámica que dice que no se puede quedar "a mano" en términos de la calidad de la energía.¹

Hasta quienes confían en el poder supuestamente ilimitado de la tecnología para resolver los problemas de los residuos, sin necesidad de modificar los sistemas vigentes de producción y consumo potencializados por el explosivo

1. La energía que se utiliza para realizar un trabajo es energía de alta calidad (posee entropía baja) pero el producto resultante de la utilización de esa energía no es de la misma calidad energética, es energía de menor calidad dispersada generalmente en forma de calor, (con entropía alta) menos útil. Así cuanto mas energía usamos, tanto mas energía desordenada, de baja calidad o de entropía alta, agregamos al ambiente.

crecimiento demográfico.

CUADRO 23	
DIVISIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CORRIENTES ECOLOGISTAS	
REFORMISTAS	FUNDAMENTALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> - Pueden ser asimilados por las instituciones democráticas contemporáneas. - Encuentran referencias ideológicas en los partidos políticos. - Son los que apoyan el desarrollo sustentable. - Mantiene una óptica antropocéntrica (la protección de la naturaleza es responsabilidad del hombre) - Es básicamente autoritaria e instrumental. - Los seres y sistemas vivos no humanos carecen de valor intrínseco fuera de su papel como contribuyentes al soporte ecológico vital para la permanencia y desarrollo de las sociedades humanas. - El término naturaleza ha quedado expulsado del discurso como si fuese algo indecente y transmitido al término ambiente, mas creible y funcional. - Siempre serán un grupo de presión rápidamente integrado por los partidos donde sus demandas se diluyen en el mar de demandas sociales mas apremiantes, por tanto no es politicamente exitosa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Con gran energía histórica y fuertes rasgos autoritarios y mesiánicos - Difíciles de incorporar dentro de las instituciones democráticas modernas. - Concepción de la naturaleza con mayor contenido moral y ético - Le otorga valores intrínsecos o sinó similares a los de las sociedades humanas. - Se basa en el principio de la Gaia (todos tienen derechos similares) - El contrato social que rige a la sociedad se cambia por un contrato natural. - Con frecuencia la biósfera adquiere mas derechos que el hombre y la sociedad a quienes se les considera como algo nocivo. - Se acompaña de una incisiva crítica a la modernidad y sociedad industrial, y revalora frecuentemente a las culturas premodernas o tradicionales. - Esta si puede aportar una visión global del mundo que pueda nutrir a un partido o un movimiento social estructurado y de amplio alcance. - Tienen moral o ideología objetiva (cimentada en principios científicos) por lo tanto tienen armas intelectuales poderosas e inapelables. - En un sistema democrático no podrán ser politicamente exitosos.

El aspecto mas interesante que resulta de las características enlistadas es que a pesar de que los fundamentalistas tienen bases científicas e inapelables, sus principios no se pueden aplicar con las instituciones democráticas actuales, por lo que sus opiniones quedan solamente como puntos de referencia. Fuente: Revista Vuelta número 47.

7.2. Sustancias químicas y evaluación de riesgos.

A los residuos mas peligrosos debe dárseles prioridad en su control. Para determinar su nivel de peligrosidad se utiliza el método de evaluación de riesgo. El riesgo (probabilidad de que se ocasionen efectos adversos en la salud pública de la población y la integridad del ambiente) que representa un residuo peligroso depende principalmente de:

1. Las características CRETIB (cuadro 24).
2. El volumen de generación.

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

3. La persistencia.
4. La fase de manejo.

Los tres primeros determinan los efectos adversos que provocan en el medio ambiente y en la salud de la población. El cuarto determina el lugar donde es potencialmente peligroso.

CUADRO 24

EJEMPLOS DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS CRETIB

CORROSIVOS	REACTIVOS	EXPLOSIVOS	TÓXICOS	INFLAMABLES	BIOLÓGICOS
Ácidos fuertes Bases fuertes Fenol Etorno Hidracina	Nitratos Metales alcalinos Fósforo Metil isocianato Magnesio Cloruro de acetilo Hidruros metálicos	Peróxidos Cloratos Percloratos Ácido pícrico Trinitrotolueno Trinitrobenzeno Permanganato de potasio	Cianuros Arsénico y sales Plomo Poliénoles Fenol Anilina Nitrobenzeno	Hidrocarburos alifáticos Hidrocarburos aromáticos Alcoholes Éteres Aldehidos Cetonas Fósforo	Sangre humana Cultivos y muestras clínicas Residuos de pacientes infecciosos Tejidos removidos durante necropsias Objetos punzocortantes contaminados

Fuente: PUMA, 1997

Los fundamentalistas (cuadro 23) critican que la evaluación de riesgo y los análisis costo-beneficio buscan un nivel de contaminación socialmente aceptable, cuando lo que se debe buscar es reducir al mas bajo nivel la contaminación.

Las sustancias químicas peligrosas tienen que ver con los residuos peligrosos porque en la casi totalidad de los casos son la materia prima que les da origen y constituyen la última fase de su ciclo de vida. Solo hasta hace algunos años la OCDE decidió someter a prueba toda sustancia química nueva y las que ya existían. Por mas de tres décadas estuvieron utilizándose sin conocer completamente sus efectos nocivos potenciales (De acuerdo con la Academia de Ciencias de Estados Unidos solo han sido sometidos a pruebas de toxicidad minuciosa: 10 % de los 70 000 productos químicos de uso comercial, 2 % de los ingredientes de cosméticos, 5% de los aditivos para alimentos, 10 % de plaguicidas y 18 % de las drogas usadas en medicamentos. Además de que cada año se agregan 10 000 sustancias químicas nuevas). Significa que en todo ese tiempo se estuvo jugando a una especie de ruleta rusa con nosotros, las demás especies y los sistemas que sustentan la vida.

La frontera entre las sustancias químicas y los residuos peligrosos no es clara, por tanto en la búsqueda del control integral del riesgo por residuos peligrosos a estos se les incluye en el mismo capítulo de las sustancias

químicas, como aparece en la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD).

7.3. Efectos en el medio ambiente.

Una vez que los residuos peligrosos quedan libres dentro del medio ambiente, su peligrosidad puede ser potencializada o disminuida dependiendo de la forma en que se conjuguen las propiedades de su composición molecular (cuadro 25) con las características de los elementos del medio ambiente (cuadro 26). A través de diferentes procesos naturales de entre los que sobresalen la lixiviación, la absorción-desorción, la volatilización y la bioacumulación.

CUADRO 25
EJEMPLOS DE PROPIEDADES QUE MODIFICAN SU PELIGROSIDAD
SOLUBILIDAD EN EL AGUA: La movilidad de los suelos y otros elementos del ecosistema, se ve favorecida por la solubilidad acuosa de los agentes químicos; cuando esta es mayor a 500 ppm alcanza gran movilidad y una mayor concentración en los ecosistemas acuáticos (por ej: aluminio, cadmio). Las sustancias que tienen una solubilidad acuosa mayor a 25 ppm no son persistentes en los organismos vivos, y las de una solubilidad menor pueden quedar inmovilizadas en los suelos y concentrarse en los organismos vivos (por ej: arsénico, plomo).
COEFICIENTE DE PARTICION LIPIDO-AGUA: Indica cuando una sustancia se convierte en agua y en lípidos, con lo cual se puede conocer en forma indirecta la solubilización y distribución de dicha sustancia en un organismo vivo. Cuando este coeficiente es mayor a 1 se le puede considerar liposoluble, de fácil absorción a través de las membranas y capaz de acumularse en el tejido graso (por ej: plaguicidas, hidrocarburos aromáticos policíclicos).
PRESIÓN DE VAPOR: Este factor determina la volatilidad de las sustancias; aquellas con presión de vapor mayor a 10-3 mm de Hg a 25 grados C son muy volátiles y se movilizan fácilmente dispersándose en la atmósfera (por ej: acetona, éter etílico, metil isocianato). Entre 10-4 y 10-6 mm de Hg las sustancias son ligeramente volátiles y menos volátiles, y las que pueden considerarse como no-volátiles tienen una presión de vapor menor a los 10-7 mm de Hg a 25 grados C (por ej: aceites minerales, alcoholes pesados).
DISOCIACION Y IONIZACION: Las sustancias que se disocian al solubilizarse se denominan iónicas y pueden tener cargas eléctricas positivas (catiónicas) o negativas (aniónicas) y las que no se disocian y no poseen carga eléctrica se llaman no-iónicas. Las sustancias aniónicas y las no-iónicas son móviles en los suelos, mientras que las catiónicas se absorben fuertemente a las partículas, con lo que se inmovilizan en el suelo.
DEGRADABILIDAD: A través del fenómeno de degradación, la actividad de las sustancias puede disminuir con el tiempo. Dicha degradabilidad puede ser de tipo químico: quimiodegradabilidad (por ej: ácidos y bases), favorecida por la luz: fotodegradabilidad (por ej: piretrinas, toxafen) o ser promovida por la acción de microorganismos: biodegradabilidad (por ej: celulosa, peróxidos, algunos hidrocarburos).

Si no se le da un manejo adecuado, el residuo peligroso interactúa con el medio ambiente. Sus propiedades moleculares determinan, en parte, los posibles daños que pueda provocar. Fuente: Ortiz et. al., 1987

Como podemos suponer, afectan suelo, agua, cielo y biota (figura 6 y 7); los efectos y características pueden ser muy diversos debido a la diversidad de los residuos peligrosos además, existen pocos estudios al respecto.

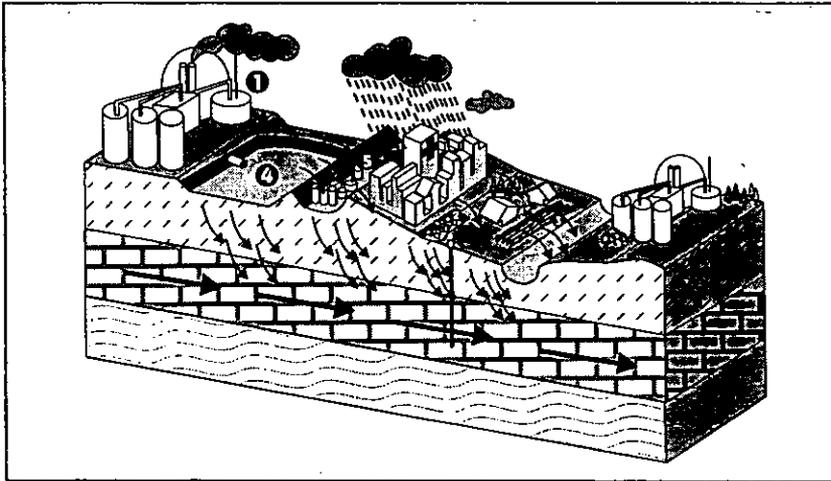


figura 6. Es posible dividir a los generadores de residuos peligrosos en tres grupos: Los industriales (1), los domésticos (incluidos los centros de atención médica humana y veterinaria (2) y los agrícolas (3). Su disposición inadecuada puede realizarse abandonándolos en lagunas de aereación (4) o en terrenos baldíos (5) entre muchas otras formas. Lo que provoca contaminación de la atmósfera, agua y suelo. Fuente: Modificado de Ortiz, et. al., 1987

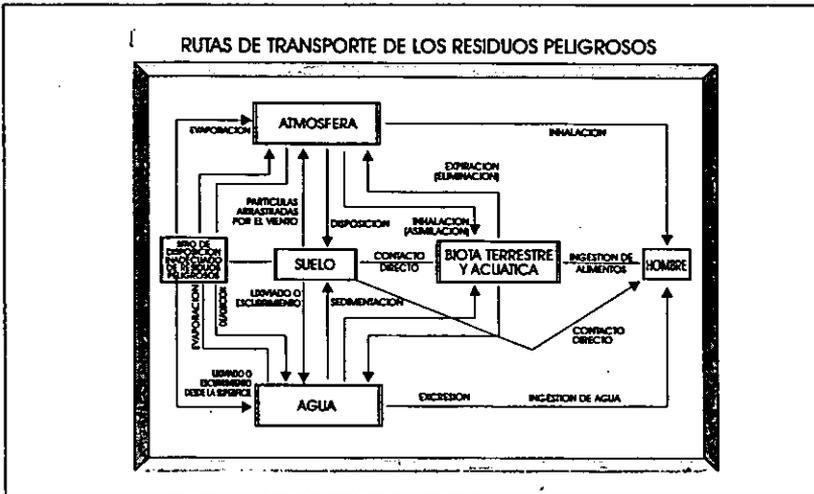


figura 7. En este esquema observamos las diferentes vías por las que se dispersan los residuos peligrosos, una vez libres en el medio ambiente, hasta llegar al hombre. Fuente: PUMA, 1994

7.3.1. Efectos en los cuerpos de agua.

Se estima que alrededor del 90 % de los residuos peligrosos industriales adoptan un estado líquido, acuoso o semiacuoso, es por esto que se cree que es la opción preferida para deshacerse de ellos ilegalmente, depositándolos en cuerpos de agua o mezclándolos y/o solubilizándolos en los drenajes.

CUADRO 26			
EJEMPLOS DE CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO AMBIENTE QUE AFECTAN SU DINÁMICA Y PELIGROSIDAD			
AIRE	SUELO	AGUA	BIOTA
Temperatura Velocidad Humedad Dirección	Cubierta vegetal Composición de especies Contenido orgánico. Nivel ácido-base. Composición del suelo Tamaño de los poros Contenido mineral Temperatura	Temperatura. pH Sólidos suspendidos Velocidad de flujo Velocidad de sedimentación. Composición de especies Niveles de oxígeno Salinidad	Tolerancia de especies Edad de los individuos Factores metabólicos Movilidad Composición de especies

Las características del medio ambiente son el otro elemento que debe tomarse en cuenta dentro de una ecuación que pretenda predecir los posibles efectos de los residuos peligrosos. Fuente: Ortiz et al., 1987

Su impacto en los cuerpos de agua es una de las consecuencias más graves y de mayor preocupación. Afectan tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas, en ambos casos, la contaminación puede producirse al ceder a la corrosión los recipientes que los contienen o tener deficiencias estructurales los confinamientos controlados y al infiltrarse el agua de lluvia o escurrir ellos solos una vez depositados sin ningún control en barrancas, cauces de río, laderas y grietas. En las aguas subterráneas los compuestos orgánicos utilizados como disolventes industriales representan el mayor riesgo por su toxicidad en zonas urbanas e industriales. Dentro de este grupo los más frecuentemente encontrados son los disolventes industriales y los hidrocarburos aromáticos derivados del petróleo. Muchos de los casos de contaminación de cuerpos de agua ocurren por líquidos orgánicos inmiscibles pertenecientes a las fases líquidas no acuosas. Estos pueden dividirse en dos categorías (SEMARNAP, 1995) 1. Aquellos con densidad mayor que la del agua que incluye a solventes percloroetileno y tricloroetileno, cresota, BPC⁵ y algunos plaguicidas. Se utilizan comúnmente en tintorerías, industria electrónica, maquinado, talleres de impresión, producción y reparación automotriz, asfaltado y aviación entre otros. Se transforman en forma descendente y aún cuando presentan

baja solubilidad, las concentraciones detectadas en varias regiones sobrepasan las normas de calidad del agua. (SEMARNAP, 1996-2) 2. mas ligeros que el agua, como benceno, tolueno, etilbenceno y xileno que se distribuyen cerca de la fuente contaminante y son degradables por bacterias en su propio medio.

7.3.2. Efectos en la biota..

En términos generales las vías por las que los residuos peligrosos ingresan a la atmósfera son: al ser incinerados inadecuadamente, al evaporarse o ser arrastrados por el viento en depósitos no controlados y al ocurrir accidentes como incendios o explosiones; para el suelo funcionan las mismas vías que para los cuerpos de agua. Suelo, agua y aire son a la vez que receptáculos también vehículos que ponen en contacto a los residuos peligrosos con los seres vivos. La biota acuática es la de mayor facilidad para absorberlos (el agua tiene mayor biodisponibilidad para los residuos peligrosos). Una vez dentro del organismo, en grandes concentraciones ocasionan serios trastornos e incluso la muerte; en bajas concentraciones causa efectos subletales como reducción del tiempo de vida, incremento de la susceptibilidad a enfermedades, efectos mutagénicos y teratogénicos.

No siempre necesitan estar dentro del organismo para causar daño, a veces se interponen en la movilidad de los compuestos y elementos que circulan en los ciclos biológicos como las partículas de aluminio que obstruyen la función de las raíces de las plantas.

7.4. Efectos en la salud humana.

Al igual que en el medio ambiente, los residuos peligrosos tienen un comportamiento variado. Influidos por los múltiples matices que pueden presentar la persona afectada, la sustancia que causa el daño y el entorno que rodea a ambos (cuadro 27).

El tiempo de exposición, la vía de ingreso y la sensibilidad del organismo son los factores más importantes en la persona.

Hay cinco etapas de la interacción de los residuos peligrosos en el organismo humano:

- Exposición, cuando los residuos peligrosos están en la vecindad inmediata a las vías de ingreso al organismo.

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

CUADRO 27	
RUTAS POSIBLES DE EXPOSICIÓN A TRAVÉS DE DISTINTOS MEDIOS	
MEDIO	RUTA DE EXPOSICIÓN
Agua subterránea	1. Ingestión directa 2. Contacto dérmico y/o reacción. Contacto ocular y/o reacción
Agua superficial	3. Inhalación secundaria debido a usos domésticos.
Suelo	1. Ingestión directa (principalmente por niños) 2. Absorción dérmica. Contacto ocular y/o reacción. 3. Inhalación de sustancias volatilizadas del suelo. 4. Inhalación de polvo arrastrado. 5. Ingestión de contaminantes inhalados; capturados por macrófagos pulmonares barridos por las células mucociliares hacia el tracto gastrointestinal
Aire intramuros	1. Inhalación.
Aire extramuros	2. Diseminación de contaminantes inhalados capturados por los macrófagos pulmonares
Alimentos	1. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de agua contaminada. 2. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de tierra, polvo o aire contaminados. 3. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la inhalación, evaporación y transpiración de aire contaminado. 4. Contacto dérmico con y/o reacción a plantas, animales o productos contaminados; contacto ocular y/o reacción.
Medios diversos: lodos, sedimentos, etcétera.	1. Ingestión directa. 2. Contacto dérmico; contacto ocular y/o reacciones. 3. Inhalación secundaria a la volatilización o arrastre de medios diversos. 4. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados; ingestión secundaria al contacto con medios contaminados (exposición a residuos de materiales de construcción).

En la mayor parte de los casos de exposición de poblaciones humanas a residuos peligrosos la rutas de exposición son la ingestión de alimentos, ingestión de agua y la inhalación de aire extramuros.

Fuente: PUMA, 1997

Estas pueden ser:

- Respiratoria (inhalación) es la de mayor peligrosidad por la rapidez con la que los tóxicos se incorporan a la circulación sanguínea para alcanzar los órganos,
- Tegumentaria (a través de la piel y mucosas), y
- Gastrointestinal (ingestión);

-Absorción, es cuando el residuo peligroso atraviesa las membranas biológicas correspondientes a la circulación sistémica;

-Distribución, el residuo peligroso es distribuido por la sangre

a los tejidos corporales para luego ser metabolizados, retenidos o excretados;

-Eliminación, es expulsado por excreción urinaria y/o intestinal principalmente;

-Acumulación, dependiendo de las características del residuo peligroso puede fijarse en ciertos tejidos, acumularse en ellos e interactuar con las macromoléculas celulares (Ortiz M., 1987).

7.4.1. Limitantes en las pruebas de toxicidad.

En cuanto a la concentración necesaria para considerar tóxica a una sustancia y el posible efecto de la combinación de dos o mas (los residuos peligrosos son casi siempre mezclas de varias sustancias) ya mencionamos que solo hasta hace unos años comenzaron a realizarse. Y aún, si se les prueba el nivel de toxicidad para el ambiente y el humano antes de salir al mercado -ante la imposibilidad ética y práctica de utilizar a seres humanos en las pruebas de laboratorio, se tiene que recurrir a organismos, tejidos y células- los resultados son limitados e inciertos por dos cosas: extrapolar datos de prueba en animales suministrados con dosis altas a dosis bajas y extrapolar datos obtenidos de animales a humanos, pues la fisiología y metabolismo son diferentes. En los estudios epidemiológicos, la limitante es que se necesitan

CUADRO 28		
Aspectos que influyen en la dificultad para reconocer y diagnosticar un padecimiento ocasionado por exposición a residuos peligrosos		
EFFECTOS	ASPECTO	EJEMPLOS
Crónicos. (se manifiestan a largo plazo cuando la exposición es a bajas dosis durante mucho tiempo).	-Los efectos aparecen gradualmente y pueden ser ignorados por la persona.	Algunos cánceres como los producidos por el benceno pueden tardar 20 o 30 años.
	-Los síntomas son con frecuencia comunes o pueden ser producidos por otras causa.	
Agudos. (se manifiestan en el corto plazo cuando se exponen a grandes dosis).	-Los síntomas son con frecuencia comunes o pueden ser producidos por otras causa.	La exposición a dosis de cloro genera irritación de las vías áreas de los pulmones pero este síntoma es semejante al que ocurre cuando hay exposición al polvo de algodón.

Es urgente desarrollar metodologías y técnicas que permitan encontrar a las sustancias causantes de efectos negativos a la salud como los cánceres, pues esta incapacidad para mostrar la relación causa-efecto ha beneficiado actitudes irresponsables en el manejo de sustancias y residuos peligrosos.
Fuente: PUMA, 1996-2

eventos donde se encuentre el número suficiente de personas expuestas a niveles suficientemente altos para poder detectar diferencias significativas estadísticamente.

Es así que la información acerca de los efectos potenciales en la salud humana se ha obtenido por estudios experimentales con animales, evaluación clínica de trabajadores expuestos en el ambiente laboral, exámenes a personas que accidentalmente entraron en contacto o residentes expuestos en lugares usados previamente como depósitos y estudios epidemiológicos (SEDESOL, 1993).

Los efectos en la salud pueden ser crónicos y agudos. Sin embargo es difícil mostrar la relación causa-efecto entre la sustancia o sustancias químicas que compone al residuo y la enfermedad, lo que muchas veces a facilitado actitudes irresponsables (cuadro 28).

7.4.2. Afecciones por exposición a residuos peligrosos.

Para la EPA son siete los grupos prioritarios de afectaciones a la salud por residuos peligrosos que deben de investigarse en la población que habita en las inmediaciones de sitios de confinamiento o disposición final.

1. Anomalías congénitas y trastornos en la reproducción.

El plomo, cloruro de vinilo, algunos plaguicidas y agroquímicos, agentes terapéuticos, metales empleados en la industria, solventes y colorantes han sido señalados como genotóxicos (PUMA, 1997). Una sustancia genotóxica es aquella que por medio de una interacción directa con el ácido nucleico o de una alteración en la división celular o las cromátidas producirá mutaciones. Si las mutaciones se presentan en células no reproductoras las consecuencias pueden tardar varias generaciones en aparecer.

Por otra parte, problemas en la reproducción como la impotencia, esterilidad, pérdida fetal, muerte perinatal y algunos efectos congénitos pueden asociarse a la exposición a residuos peligrosos. Sustancias como el cloruro de vinilo; plaguicidas como el DDT, aldrín y malatión; BPC¹⁵, cloropeno, epiclohidrina, benceno y plomo se han asociado con mutación de las células germinales,

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

CUADRO 29		
EFFECTOS REPRODUCTIVOS POR EXPOSICIÓN A RESIDUOS PELIGROSOS		
SITIO	EFFECTO	OBSERVACIONES
Woburn, Massachusetts	Muertes perinatales, malformaciones congénitas	Asociación positiva entre los casos y la residencia en lugares con pozos contaminados por residuos peligrosos.
Santa Clara, California	Abortos espontáneos, bajo peso al nacer, malformaciones congénitas	Agrupamiento de casos entre la población que consumió agua contaminada con residuos peligrosos.
Tucson, Arizona	Anomalías cardíacas congénitas	Asociación positiva entre los casos y el consumo de agua contaminada con residuos peligrosos.

Sobra decir que en este y los siguientes cuadros que muestran casos de exposición a residuos peligrosos se enlistaron solo los mas conocidos y no representan la totalidad del problema. Fuente: SEDESOL, 1993

infertilidad y teratogénesis. (cuadro 29).

2. **Cáncer.** Estudios epidemiológicos han detectado alrededor de treinta agentes capaces de inducir cáncer, de los cuales veinte han sido hallados en el ambiente laboral (cuadro 30). Estudios experimentales con animales han permitido identificar al menos 700 compuestos químicos carcinógenos potenciales. En el cuadro 31 mostramos los casos mas conocidos de desarrollo de cánceres por exposición a residuos peligrosos.
3. **Alteraciones inmunológicas.** Algunas sustancias como el DDT pueden ser probióticas, es decir, reducen la resistencia a

CUADRO 30		
AGENTES CANCERÍGENOS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA LABORAL		
AGENTE	SITIO AFECTADO	TIPO DE TRABAJO
Aminas	Vejiga	Manufactura de: colorantes, hule, hulla
Arsénico	Piel, pulmón	Fundición, plaguicidas, minería de oro.
Asbestos	Pulmón, pleura	Minería, aislantes, armadores de barcos.
Biscloro, metil éter	Pulmón	Resinas de intercambio iónico
Benceno	Médula ósea	Barnices, pinturas
Cadmio	Próstata	Cadmio y derivados
Cromo	Pulmón	Sales de cromo.
Isopropilol	Senos nasales, pulmón	Refinación de níquel
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	Piés, escroto, pulmón	Impermeabilización: aplicación de asfalto
Cloruro de vinilo	Angiosarcoma hepático	PVC

No hay actividades industriales que estén libres de generar sustancias o residuos peligrosos. Aunque algunas son mas riesgosas que otras. Fuente: SEDESOL, 1993

CUADRO 31		
DESARROLLO DE CÁNCERES POR EXPOSICIÓN A RESIDUOS PELIGROSOS		
LUGAR	TIPO DE CÁNCER	OBSERVACIONES
New Jersey	Gastrointestinal	Elevación del riesgo en la población con residencia cercana a sitios contaminados
	Mamario	
	Leucemia	Elevación del riesgo en mujeres expuestas por ingestión de agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno.
Woburn, Massachusetts	Leucemia	Elevación del riesgo en niños expuestos por ingestión del agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno.
Winnebago, Illinois	Vejiga	Agrupamiento de cánceres en la población con agua contaminada con solventes.
Gassim, Arabia Saudita	Esofágico	Elevación de riesgo en la población que ingiere agua contaminada con hidrocarburos

Fuente: SEDESOL, 1993

una enfermedad o aumentan la virulencia de microorganismos infectantes.

4. *Trastornos renales.* El disulfuro de carbono y el plomo pueden impedir la llegada de oxígeno al riñón creando afecciones renales agudas. Además, sustancias como el mercurio, cromo, arsénico, ácido oxálico y el etilenglicol pueden dañar los tubos renales.
5. *Trastornos hepáticos.* El tetracloruro de carbono, el tetracloroetano y otros derivados halogenados, metales como antimonio, berilio, cadmio, manganeso o selenio, sustancias como el dioxano, fenol, naftaleno, dimetil sulfato, la hidracina o el nitrobenzeno pueden ocasionar daño hepático y ser causa de hepatitis o fibrosis hepática (cirrosis).
6. *Enfermedades respiratorias y pulmonares.* La inhalación de sustancias como ácidos o bases y agentes corrosivos o altamente reactivos (amoníaco, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y cloro) en altas concentraciones pueden provocar quemaduras que crean edemas pulmonares. En bajas concentraciones producen irritación de las vías aéreas y favorecen la aparición de infecciones respiratorias, dióxido de nitrógeno y sulfuro de hidrógeno pueden conducir tanto a la bronquitis como el enfisema pulmonar. Las personas expuestas a fibras como el asbesto pueden desarrollar fibrosis crónica pulmonar.

7. Transtornos neurotóxicos. Desordenes en la función nerviosa los pueden ocasionar los plaguicidas, plastificantes, mercurio, plomo, manganeso y arsénico. Los acetatos, alcoholes, éteres, acetonas y derivados bromados también pueden provocar alteraciones del sistema nervioso, en tanto que los gases asfixiantes y el monóxido de carbono provocar daños al cerebro por privación de oxígeno.

Otras enfermedades potenciales son:

- Afecciones del sistema cardiovascular.* Hay evidencias que apuntan hacia la posibilidad de que sustancias como el disulfuro de carbono y el plomo pueden provocar depósitos de colesterol en los vasos sanguíneos pequeños, alterando la presión arterial y favoreciendo los ataques cardíacos.
- Afecciones sanguíneas.* Sustancias como el monóxido de carbono, las anilinas, tolueno, trinitrotolueno, benceno, cloruro de vinilo, cloruro de metilo, arsina y plomo tienen el potencial para impedir a la hemoglobina que fije y libere oxígeno, o dañar la membrana de los globulos rojos liberando hemoglobina que puede causar daño renal. También pueden producir anemia crónica o aguda y en otros casos afectar la médula ósea como el benceno que produce leucemia.
- Afecciones de la piel.* Son numerosas las sustancias consideradas como irritantes primarios de la piel. Entre ellas están ácidos y bases fuertes, algunas sales metálicas o metales simples y diversos compuestos orgánicos con la capacidad de penetrar las capas externas ocasionando lesiones en las capas internas. Otras sustancias menos irritantes como ácidos y bases débiles, solventes, dicromatos, resinas epóxicas, aceleradores de caucho, hexaclorofeno, biotinol, salicilamidas y formalina pueden provocar reacciones alérgicas conocidas como dermatitis de contacto. Algunas sustancias contenidas en los combustibles fósiles y los aceites vegetales pueden ocasionar cáncer en la piel.

7.4.3. Sustancias químicas prioritarias.

Para identificar a los residuos peligrosos que debe dárseles prioridad

en su control comunmente se escojen relacionando su toxicidad, persistencia y cantidad generada.

CMPPC y SM-Dynamics, 1992 atendiendo a los criterios anteriores propone los siguientes:

1. Soluciones, lodos y residuos neutros que contienen metales pesados (por ej.: lodos de desechos de la fundición de metales que contienen cobre, níquel, cromo, zinc, cadmio, agua y lodos de baños de sales neutras. Sólidos secos resultados de estos procesos).
2. Disolventes con olores y sus residuos (por ej.: disolventes y residuos de benzeno tolueno y xileno).
3. Desechos inorgánicos diversos. (por ej.: desechos de depuradores de gases quemados, cenizas volátiles y húmedas, desechos abrasivos y polvos metálicos y restos de cisternas de almacenamiento que han contenido mezclas de desechos inorgánicos).
4. Soluciones, lodos y residuos alcalinos que contienen otros metales y no-metales pero no cianuros. (por ej.: soluciones alcalinas que provienen de los tratamientos superficiales del aluminio, desechos de detergentes alcalinos, residuos de cal y depuradores de aniones).
5. Soluciones lodos y residuos ácidos que contienen metales pesados. (por ej.: soluciones de ácido sulfúrico, clorhídrico y nítrico que contienen cobre, níquel, cromo, zinc, cadmio, estaño, plomo y otros metales pesados, desechos de ácido crómico).
6. Desechos de pinturas, colorantes y revestimientos. (por ej.: lodos y desechos de cabinas de barnizado a fusil, desechos de revestimientos de papel, lodos de tinta y lodos de pintura).
7. Combustibles ligeros (por ej.: gasolina, queroseno, diesel, aguas de lavado, restos de cisternas y residuos de limpieza de derrames).

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

8. Combustibles pesados. (por ej.: asfaltos, restos de cisternas, aguas de lavado y residuos de limpieza de derrames).
9. Soluciones, lodos y residuos alcalinos que contienen metales pesados. (por ej.: desechos de acabado de metales, baños electrolíticos de galvanoplastificado, soluciones usadas que contienen cobre, zinc, estaño, cadmio, residuos de la destrucción del cianuro, sólidos secos de la destrucción de cianuro y el acabado de metales).
10. Residuos de la fabricación del hierro. (por ej.: polvos y lodos de la depuración de emisiones, residuos de desempolvadores electrostáticos y sólidos secos de estos procesos).

En tanto que PUMA, 1997, considerando las ramas más importantes de la industria y estudios realizados en Querétaro, Hidalgo, San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas y Veracruz propone las siguientes veinte sustancias como prioritarias:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. plomo | 11. BPC's |
| 2. arsénico | 12. dioxinas |
| 3. ftalatos | 13. cloruro de vinilo |
| 4. tolueno | 14. estireno |
| 5. xileno | 15. creosoles |
| 6. mercurio | 16. manganeso |
| 7. cromo | 17. níquel |
| 8. hidrocarburos aromáticos | 18. organofosforados |
| 9. benceno | 19. organoclorados |
| 10. cadmio | 20. otros plaguicidas. |

En EUA y Canadá las sustancias peligrosas prioritarias por su frecuencia de aparición en los sitios contaminados con residuos peligrosos son:

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. plomo | 5. benceno |
| 2. arsénico | 6. cadmio |
| 3. mercurio | 7. BPC's |
| 4. cloruro de vinilo | 8. cloroformo |

9. benzo (a) pireno

10. tricloroetileno.

Para los residuos biológico-infecciosos, la peligrosidad (virulencia) está determinada por su patogenicidad, el nivel de toxicidad de las sustancias que produce en el organismo y por su capacidad de penetración (SEDESOL, 1993).

7.5. Riesgo por accidentes o contingencias.

Otro riesgo por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos son los incendios, explosiones, fugas o derrames. Pueden presentarse en cualquier fase, pero son mas frecuentes durante el transporte, el tratamiento físico-químico, por almacenamiento de residuos incompatibles o por la inadecuada utilización de los envases para almacenamiento.

7.6. Incidentes por manejo inadecuado de los residuos peligrosos.

Del total de residuos peligrosos generados en el país se trata el 26 % de los de origen industrial y 35% de los biológico-infecciosos. Entonces el resto debe estar, en el mejor de los casos almacenado dentro de las empresas sino, revuelto en los tiraderos municipales o bien se depositó en un derecho de vía, barrancas, drenajes o cuerpos de agua.

Los estudios de evaluación de los efectos ambientales realizados en México se han enfocado principalmente a problemas específicos o accidentes. Los incidentes que enlistamos son de los que mas llamaron la atención pública y sobra decir que no representan la totalidad del problema. Saber de su existencia y aprender de las lecciones que de ellos derivaron, es un paso necesario para evitar que sigan ocurriendo. En el cuadro 32 se enlistan los

CUADRO 32			
INCIDENTES POR EXPOSICIÓN A RESIDUOS PELIGROSOS			
ANO	SITIO	RESIDUO	EFFECTOS
1962	Torreón, Coahuila	Arsénico	Contaminación de suelos y agua.
1977	Tultitlán, Edo de Méx.	Cromo	Contaminación de suelos y agua. Presencia de cromo en sangre de la población.
1985	Tlalnepantla	Residuos de la extracción de aceites vegetales	Quemaduras severas en niños y adultos

Fuente: SEDESOL, 1993

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

incidentes por exposición humana a residuos peligrosos. En el mapa 3 y cuadro 33 los sitios afectados por residuos peligrosos en proceso de restauración.

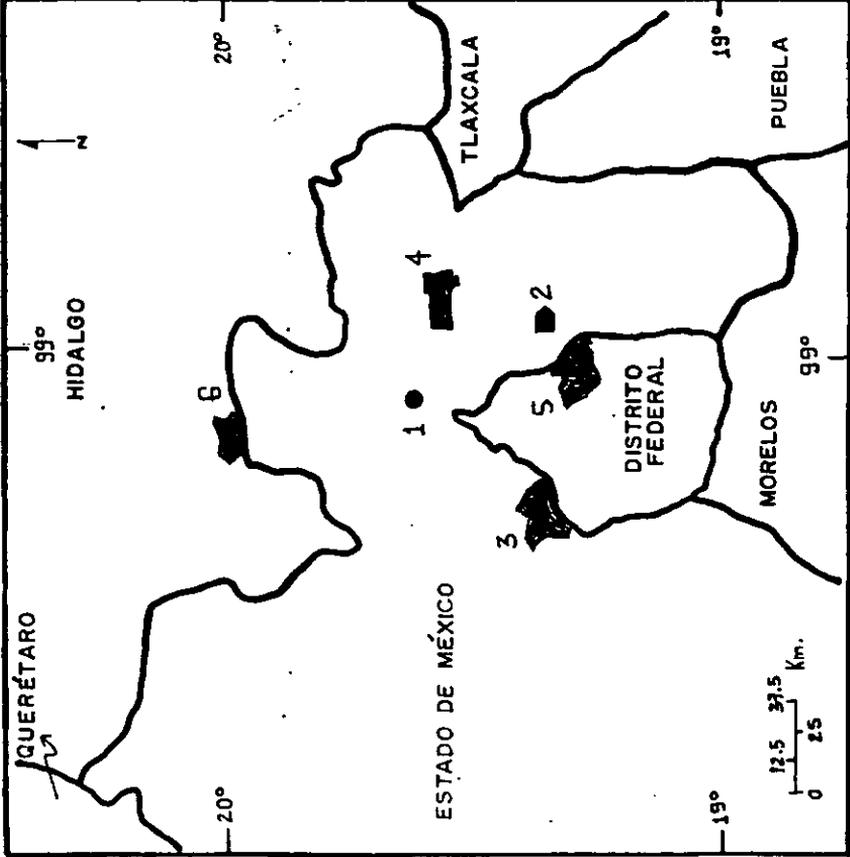
CUADRO 33	
SITIOS AFECTADOS POR RESIDUOS PELIGROSOS EN PROCESO DE RESTAURACIÓN	
SITIO Y TIPO DE RESIDUO DEPOSITADO	Cantidad de residuos removidos y enviados a confinamiento
A lo largo de la carretera Pachuca Hidalgo (sic) y principalmente en el km 30, se encontraron escorias con alto contenido de plomo provenientes de la fundición de baterías automotrices	19 000 ton.
En el municipio de Chimalhuacán, Edo. de México, se encontraron residuos con asbesto	672 ton.
En el municipio de Huixquilucan, Edo. de México, se encontraron diversos residuos de origen farmoquímico	13 ton
En un banco de tezontle ubicado en el municipio de Atotonilco, en el Edo. de Hidalgo, se encontraron escorias con alto contenido de plomo provenientes de la fundición de baterías automotrices.	474 ton
En el municipio de Acolman, Edo. 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 ton
Se encontró una bodega de plaguicidas cachicos e inadecuadamente almacenados en la Delegación Iztapalapa	111 ton
TOTAL	29 909 TON

Fuente: SEMARNAP, 1996-2

El INE en un inventario preliminar, divide a los sitios contaminados con residuos peligrosos en tres grupos:

1. Sitios identificados de disposición inadecuada (mapa 4 y cuadro 34),
2. áreas e instalaciones industriales potencialmente contaminadas (no proporcionan datos) y
3. rellenos sanitarios o tiraderos de residuos sólidos municipales ubicados en zonas de vulnerabilidad geohidrológica y donde presumiblemente se depositan o se han depositado residuos peligrosos sin control. (cuadro 35).

Los incidentes mas conocidos a nivel mundial se presentan en el cuadro 36.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
MAPA DE SITIOS AFECTADOS POR RESIDUOS PELIGROSOS EN PROCESO DE RESTAURACION.

SIMBOLOGIA:
 ~~~~~ Límites de las entidades federativas  
 ■ Sitios afectados por residuos peligrosos en proceso de restauración

1. Kilómetro 30 de la carretera México-Pachuca.
2. Chimalhuacán, Estado de México.
3. Huixquilucan, Estado de México.
4. Acolman, Estado de México.
5. Iztapalapa, Distrito Federal
6. Atotonilco, Hidalgo.

**FYLUNAM**  
**COLEGIO DE GEOGRAFIA**

Elaboró y dibujó:  
 Luis Antonio Ladeo Rosas  
 Con base en PUMA, 1986-2  
 Escala: 1:2,500,000

**MAPA 3**

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

MAPA DE SITIOS IDENTIFICADOS DE DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS PELIGROSOS

SIMBOLOGIA:

— Límites de las entidades federativas

● Sitios:

1. Atzacotalco, D.F.
2. Coatzacoalcos, Ver.
3. Querobabi, Son.
4. Ecatepec, Edo. de Mex.
5. Guadalupe, Jal.
6. Miguel Hidalgo, D.F.
7. Monterrey, N.L.
8. Progreso, Yuc.
9. Salamanca, Gua.
10. Saltillo, Coah.
11. San Francisco del Rincón, Gua.
12. San Luis Potosí, S.L.P.
13. Santa Catarina, N.L.
14. Tijuana, B.C.
15. Tula, Hid.
16. Tultitlán, Edo. de Mex.

FYLLUNAM

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

Elaboró y dibujo:

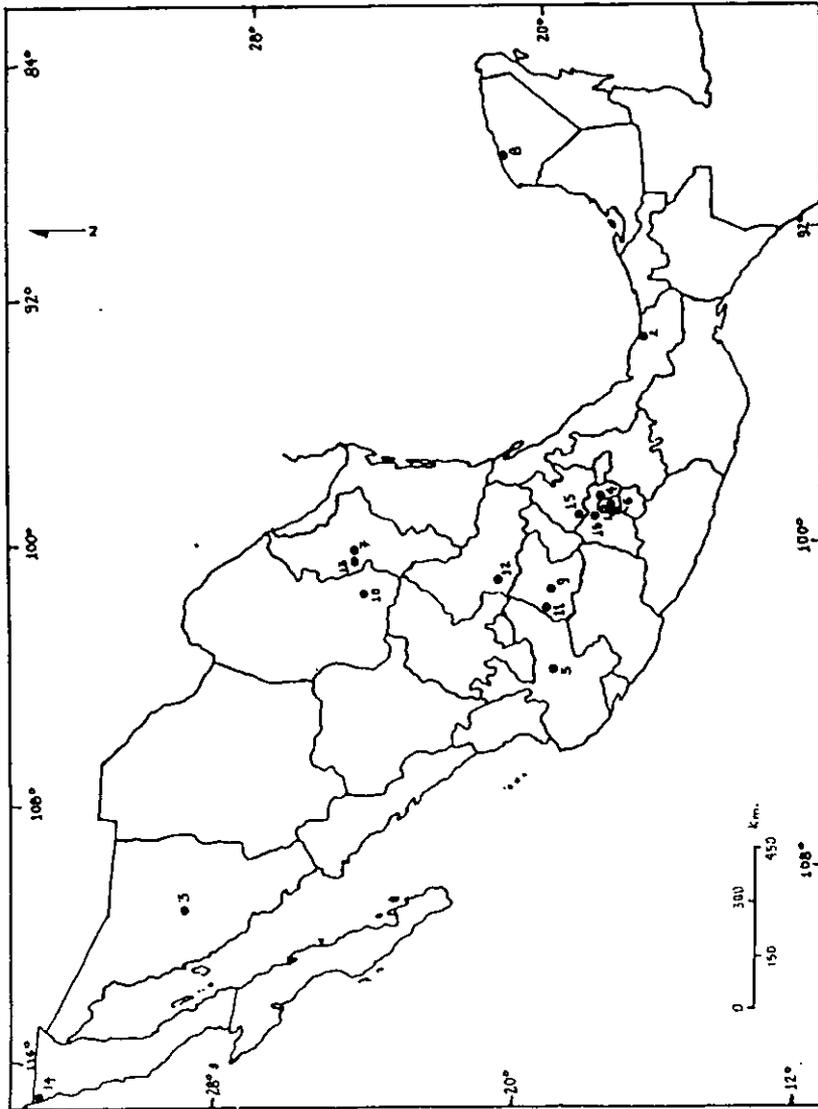
Luis Antonio

Tadeo Rosas

Con base en PUMA, 1986-2

Escala: 1:15,000,000

MAPA 4



EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

| CUADRO 34              |                  |                                                                             |
|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| SITIOS                 | AFECTADOS        | POR DISPOSICIÓN INADECUADA                                                  |
| MUNICIPIO O DELEGACIÓN | ESTADO           | TIPO DE CONTAMINANTE                                                        |
| Atzacapotzalco         | Distrito Federal | Hidrocarburos, metales pesados y BPC's                                      |
| Coatzacoalcos          | Veracruz         | Plomo, azufre líquido, aceites, solventes, lodos con cromo y fosfatos       |
| Cumobabi               | Sonora           | Plomo y cadmio                                                              |
| Ecatepec               | México           | Solventes, hidrocarburos totales del petróleo y metales pesados             |
| Guadalupe              | Jalisco          | Hidrocarburos                                                               |
| Miguel Hidalgo         | Distrito Federal | Hidrocarburos totales del petróleo, solventes y metales pesados             |
| Monterrey              | Nuevo León       | Plomo                                                                       |
| Progreso               | Yucatán          | Gasolina y diesel                                                           |
| Salamanca              | Guanajuato       | Agroquímicos y azufre contaminado con agroquímicos                          |
| Saltillo               | Coahuila         | Diesel                                                                      |
| San Fco del Rincón     | Guanajuato       | Cromo                                                                       |
| San Luis Potosí        | San Luis Potosí  | Plomo y arsénico                                                            |
| Santa Catarina         | Nuevo León       | Combustóleo                                                                 |
| Tijuana                | Baja California  | Plomo                                                                       |
| Tula                   | Hidalgo          | Metales pesados                                                             |
| Tultitlán              | México           | Ácido fosfórico, hexametáfosfato, tripolifosfato, carbonato de sodio, cromo |

Fuente: SEMARNAP, 1996-2

EFFECTOS POR SU MAL MANEJO

| CUADRO 35                                                               |                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AREAS URBANAS                                                           | CONDICIONES GEOHIDROLOGICAS QUE FAVORECEN LA CONTAMINACIÓN POR R P                                                                                                        |
| Celaya, Aguascalientes, Irapuato, León, Salamanca y Silao               | Materiales aluviales, lacustres y volcánicos que pueden llegar a conformar acuíferos. Además, en algunos casos hay fallas producidas por la sobreexplotación de acuíferos |
| Colima y Lázaro Cárdenas                                                | Próximas a zonas costeras con acuíferos en materiales de relleno con niveles piezométricos someros.                                                                       |
| Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Morelia y Zitácuaro          | Regiones volcánicas donde afloran rocas permeables                                                                                                                        |
| Cuernavaca, Toluca, Puebla, San Juan del Río, Querétaro y ZMCM          | Regiones donde existen regiones volcánicas con alta permeabilidad                                                                                                         |
| Mérida, Campeche y otras ciudades asentadas en la Península de Yucatán  | Ubicadas sobre calizas con alto grado de disolución y por tanto muy elevada permeabilidad                                                                                 |
| Tapachula, Villahermosa, Coatzacoalcos, Poza Rica y Veracruz            | Localizadas sobre materiales aluviales, la mayoría de ellos muy permeables                                                                                                |
| Chihuahua, Monclova, Torreón, Ciudad Juárez, Gómez Palacio y Monterrey  | Se ubican próximas a afloramientos de calizas y de aluviales permeables.                                                                                                  |
| Delicias y Hermosillo                                                   | Sobre aluviones permeables que conforman acuíferos, en ocasiones con niveles piezométricos profundos                                                                      |
| Mexicali, Piedras Negras, Nogales, San Luis Río Colorado y Nuevo Laredo | Misma situación que el anterior                                                                                                                                           |

Fuente: SEMARNAP, 1996-2

| CUADRO 36                                                                        |                          |                                 |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| INCIDENTES MAS PUBLICITADOS A NIVEL MUNDIAL POR EXPOSICIÓN A RESIDUOS PELIGROSOS |                          |                                 |                                                  |
| AÑO                                                                              | LUGAR                    | RESIDUO                         | CONSECUENCIAS                                    |
| 1953                                                                             | Japón                    | Metilmercurio                   | Alteraciones del sistema nervioso central        |
| 1960                                                                             | Japón                    | Cadmio                          | Intoxicación crónica (enfermedad de Itai-itai)   |
| 1953                                                                             | New York, EUA            | Compuestos orgánicos            | Bajo peso al nacer y menor desarrollo físico     |
| 1971                                                                             | Alabama, EUA             | Plaguicidas                     | Hipertensión arterial                            |
| 1972                                                                             | Tennessee, EUA           | Tetracloruro de carbono y otros | Lesiones hepáticas transitorias                  |
| 1976                                                                             | Lekkerkerk, Países bajos | Solventes orgánicos, metales    | Presencia de hidrocarburos aromáticos en sangre. |
| 1977                                                                             | Massachusetts, EUA       | BPC's                           | Niveles sanguíneos de BPC's                      |

Fuente: SEDESOL, 1993

## **8. FACTORES DETERMINANTES PARA UBICAR SITIOS QUE ALBERGUEN INFRAESTRUCTURA**

Quando hay que conciliar el interés público con los intereses y prerrogativas comunitarios o particulares, la conciencia ecológica suele tomarse en pasión política proclive a la irracionalidad.

### **8.1. Actores Involucrados en el rechazo a la construcción de Infraestructura.**

El constante bombardeo que hacen los medios de comunicación de gente muerta o dañada por varios peligros, incluidos los incidentes por mal manejo de residuos peligrosos, distorsiona nuestra percepción social del riesgo, hace que se antepongan juicios no objetivos y sin fundamento científico, hace que las comunidades y a veces gobiernos locales reaccionen con intensidad en contra de los proyectos de manejo controlado en su región aún cuando los estudios científicos no indiquen ningún riesgo significativo para la salud o el medio ambiente (es lo que se ha llamado como el síndrome de "no cerca de mi casa") y paradójicamente permanezcan pasivas ante el peligro que todos corremos por la falta de infraestructura.

Ademas de la diferente percepción social del riesgo otras razones del rechazo son:

1. Debido a la bién merecida falta de confianza en las acciones de autoridades o instituciones los habitantes sienten que la decisión para escoger el lugar se basó mas en cuestiones políticas y económicas que científicas, o sea sienten que fueron "sacrificados".
2. Tienen la noción de que bajará el precio de sus propiedades.
3. Temen que la falta de capacidad técnica les ocasione daños a la salud o al medio ambiente.

Los vecinos del lugar casi siempre acaban siendo liderados en su protesta por líderes de opinión o grupos ecologistas sobrerrepresentados en los medios, (amparados en una concepción de ecología de acérrima oposición a este tipo de proyectos por considerarlos como paliativos que solo retardan la verdadera solución del problema) cuyos mecanismos clientelares y de chantaje político

residen en la exageración y repetición de reclamos y consignas simples y resonantes, en la descalificación como contenido principal de sus opiniones y en oponerse a todo como método fácil de ganar un titular.

Esta posición negativa que se repite en muchos lugares del mundo encuentra un ambiente favorable en sociedades como la de México donde las autoridades padecen un crónico miedo de ejercer lo que son: la autoridad y se muestran proclives a las decisiones populistas; (capaces hasta de negociar resultados de elecciones como las llamadas concertaciones en Guanajuato y San Luis Potosí con tal de "tener la fiesta en paz"). Es así que invariablemente ceden postergando la construcción de infraestructura. Lo que fomenta la disposición inadecuada.

Los residuos peligrosos no son deseables pero son inevitables. Ya están ahí, lo mas seguro es que seguirán produciéndose en el corto y mediano plazo, así que se tiene que crear la infraestructura necesaria para tratamiento o disposición final pues aunque pueden significar un riesgo ante el mal manejo, éste siempre será menor que la disposición clandestina. Si ocurre un problema estaría localizado y calculado el número de individuos expuestos y las sustancias involucradas, en contraste con lo que sucede con los residuos peligrosos depositados clandestinamente.

La oposición casi generalizada de comunidades locales a aceptar instalaciones para el manejo de residuos peligrosos se debe a que la población se entera del proyecto cuando este ya se encuentra en la etapa de autorización. Para evitarlo, miembros de la comunidad, gobiernos locales, universidades y organismos no gubernamentales deberfan participar en todo el proceso de proponer, anunciar, negociar, autorizar, instalar; así como en la ubicación y la naturaleza tecnológica del proyecto. También para terminar con el rechazo deben ofrecerse algunos beneficios compensatorios que la comunidad pueda percibir claramente como carreteras, servicios públicos y empleos entre otros; el gestor debe mantener transparencia en su gestión y el promotor proporcionar toda la información que la comunidad demande (SEMARNAP, 1996-2).

## **8.2. Requisitos legales para ubicar sitios destinados para construir confinamientos controlados..**

En la NOM-055-ECOL-93 se precisan los requisitos que deben atender

## FACTORES PARA UBICAR SITIOS

todos aquellos que realizan estudios tendientes a proponer sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, exceptuando los radioactivos:

**Ecológia:** Ubicarse fuera de las zonas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y de la zonas de patrimonio cultural, así como de las áreas donde se encuentren especies protegidas o en peligro de extinción.

**Crecimiento de centros de población.** Para poblaciones mayores de 10,000 habitantes con una proyección al año 2010 debe haber por lo menos 25 km. de distancia entre el centro de población y el límite del sitio. Para poblaciones de entre 5,000 y 10,000 habitantes con proyección para el mismo año, la distancia mínima debe ser de 15 km..

**Climatología.** a) Viento. Ubicarse en áreas donde se evite que los vientos dominantes transporten las posibles emanaciones a los centros de población. b) Lluvia. Evitar regiones con una precipitación media anual mayor de 2,000 milímetros. La evaporación promedio mensual debe ser al menos el doble de la lluvia promedio mensual. La lluvia debe ser menor que la capacidad de infiltración del terreno.

**Acceso.** El camino que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable todo el tiempo y contar con condiciones idóneas de seguridad. Ubicarse a menos de 500 metros de vías de comunicación federal o estatal.

**Sismicidad.** Preferentemente en zona asísmica. De no cumplir, el riesgo sísmico debe ser mínimo, por lo que no debe haberse registrado mas de cuatro sismos de magnitud mayor a 7 grados, en los últimos 100 años.

**Geohidrología.** Ubicarse preferentemente en una zona que no tenga conexión con acuíferos. De no cumplirse, el acuífero subyacente debe tener una profundidad mínima de 200 metros. En caso de no cumplirse con las dos anteriores, el acuífero subyacente debe ser confinado, y las características del material ubicado entre el acuífero y la superficie terrestre deben retener cualquier elemento contaminante. El tiempo de flujo de la superficie al manto freático debe ser mayor de 300 años.

**Hidrología superficial.** a) Llanura de inundación y fondo del cauce. Debe estar fuera de las llanuras de inundación que tengan un periodo de retorno de 10,000 años delimitado con un ajuste de tipo Gumbell. Estar alejado en

desnivel a 20 metros a partir del fondo del cauce en corrientes con un escurrimiento medio anual mayor a los 100 metros cúbicos. b) Centro del Cauce y cuenca hidrológica. Debe estar alejado longitudinalmente 500 metros a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial, ya sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud. En lo posible, la cuenca de aportación debe ser pequeña y cerrada. De no cumplirse la condición anterior debe ubicarse aguas abajo de asentamientos humanos mayores de 10 000 habitantes y de zonas con una densidad industrial mayor a las 50 industrias.

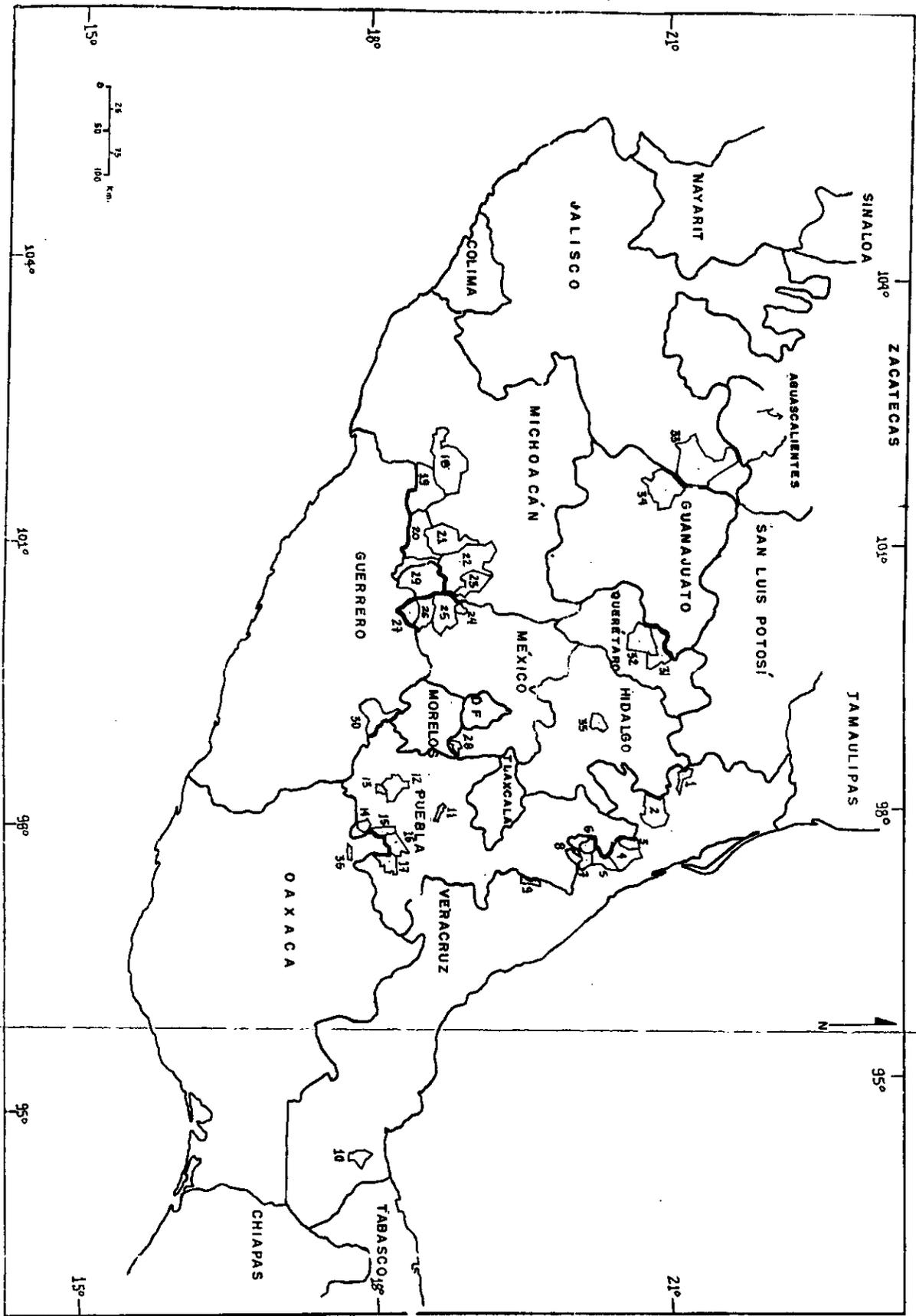
**Topografía.** La pendiente media del terreno natural del sitio de confinamiento no debe ser menor de 5 % ni mayor de 30 %. El terreno debe estar protegido de los procesos de erosión hídrica y eólica.

### **8.3. Ejemplos de investigaciones realizadas con el objetivo de ubicar sitios para construir infraestructura.**

Una buena selección del sitio para la construcción de infraestructura para el manejo de los residuos peligrosos es importante porque:

1. reduce el nivel de riesgo potencial en el medio ambiente y la salud humana,
2. ahorra recursos financieros que tendrían que emplearse en medidas de ingeniería para reemplazar las deficiencias del terreno y
3. es un argumento determinante para lograr la aceptación de la población.

1. El Colegio de Ingenieros Geólogos es en quién se apoya el INE para la elaboración de su Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura que se terminó este año. Ya desde marzo de 1996 este Colegio había dado a conocer las coordenadas de 87 sitios en la zona centro del país que reúnen los requisitos para poder albergar a los CIMARIS. 26 en Michoacán, 17 en Veracruz, 12 en Estado de México y Puebla, 10 en Guerrero, 3 en Querétaro, 2 en Guanajuato, Oaxaca y Jalisco y 1 en Hidalgo. Según el mapa 5 y cuadro 37, los municipios que mejores condiciones presentan en el centro del país son: Cutzamala, Guerrero con 9; Churumuco, Michoacán con 7; Huetamo, Michoacán con 6 y La Huacana,



**ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
MAPA DE MUNICIPIOS CON MEJORES  
CONDICIONES PARA CONSTRUIR  
INFRAESTRUCTURA.**

**SIMBOLOGÍA:**

-  Límites de las Entidades Federativas.
-  Municipios con mejores condiciones para construir infraestructura.

- Veracruz:** 1 Platan Sánchez, 2 Chicontepec, 3 Castillo Teayo, 4 Tihucán, 5 Coatzacoatlán, 6 Coyutla, 7 Espinal, 8 Chumatlán, 9 Jalacingo, 10 Molacacán.
- Puebla:** 11 Tzicacacoyán, 12 Tehuiztzingo, 13 Chiantla, 14 Petcacoyán, 15 Totolepec de Guerrero, 16 Alexcel, 17 Zapotitlán.
- Michoacán:** 18 La Huacana, 19 Churumucuo, 20 Huétamo, 21 Carácuero, 22 Tiquicheo, 23 Tuzantla.
- Estado de México:** 24 Zaacazonapan, 25 Tejupilco, 26 Amatepec, 27 Tlalaya, 28 Atlautla.
- Guerrero:** 29 Cutzamala, 30 Atengo del Río.
- Querétaro:** 31 Peña Miller, 32 Toluquán.
- Jalisco:** 33 Lagos de Moreno.
- Guanajuato:** 34 León.
- Hidalgo:** 35 Santiago Anaya y
- Oaxaca:** 36 Asunción Cuyatepeji.

**FYLUNAM  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**  
Elaboró y dibujó: Luis Antonio Tadeo Rosas  
Con base en un documento de circulación interna  
del Colegio de Ingenieros Geólogos  
Escala: 1:4.000.000

**MAPA 5**

**FACTORES PARA UBICAR SITIOS**

**CUADRO 37**

**COORDENADAS DE SITIOS PARA CONSTRUIR INFRAESTRUCTURA**

| #  | ESTADO     | MUNICIPIO        | LAT     | LONG     | #  | ESTADO    | MUNICIPIO          | LAT     | LONG     |
|----|------------|------------------|---------|----------|----|-----------|--------------------|---------|----------|
| 1  | Jalisco    | Lagos de Moreno  | 21° 22' | 101° 41' | 45 | Michoacán | Charumucio         | 18° 40' | 101° 42' |
| 2  | Jalisco    | Lagos de Moreno  | 21° 14' | 101° 43' | 46 | Michoacán | Charumucio         | 18° 37' | 101° 41' |
| 3  | Quauaquato | León             | 21° 17' | 101° 38' | 47 | Michoacán | Charumucio         | 18° 42' | 101° 37' |
| 4  | Quauaquato | León             | 21° 16' | 101° 35' | 48 | Michoacán | Charumucio         | 18° 40' | 101° 36' |
| 5  | Veracruz   | Chicontepec      | 21° 01' | 98° 03'  | 49 | Michoacán | Charumucio         | 18° 38' | 101° 35' |
| 6  | Veracruz   | Chicontepec      | 21° 05' | 98° 07'  | 50 | Michoacán | Charumucio         | 18° 31' | 101° 28' |
| 7  | Veracruz   | Chicontepec      | 21° 10' | 98° 10'  | 51 | Michoacán | Huetamo            | 18° 37' | 101° 11' |
| 8  | Veracruz   | Platón Sánchez   | 21° 18' | 98° 20'  | 52 | Michoacán | Huetamo            | 18° 33' | 101° 14' |
| 9  | Veracruz   | Platón Sánchez   | 21° 27' | 98° 22'  | 53 | Michoacán | Huetamo            | 18° 34' | 101° 07' |
| 10 | Querétaro  | Tollman          | 20° 68' | 99° 54'  | 54 | Michoacán | Huetamo            | 18° 31' | 101° 10' |
| 11 | Querétaro  | Tollman          | 20° 51' | 99° 51'  | 55 | Michoacán | Caricuaró          | 18° 53' | 101° 09' |
| 12 | Querétaro  | Peña Miller      | 20° 59' | 99° 46'  | 56 | Michoacán | Caricuaró          | 18° 53' | 101° 07' |
| 13 | Veracruz   | Chicontepec      | 20° 59' | 98° 01'  | 57 | México    | Tejupilco          | 18° 51' | 100° 12' |
| 14 | Veracruz   | Chicontepec      | 20° 59' | 98° 05'  | 58 | Michoacán | Huetamo            | 18° 48' | 101° 01' |
| 15 | Hidalgo    | Santiago Anaya   | 20° 28' | 98° 58'  | 59 | Michoacán | Huetamo            | 18° 41' | 100° 59' |
| 16 | Veracruz   | Coyula           | 20° 24' | 97° 41'  | 60 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 41' | 100° 32' |
| 17 | Veracruz   | Jalacingo        | 20° 29' | 97° 45'  | 61 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 44' | 100° 27' |
| 18 | Veracruz   | Jalacingo        | 20° 29' | 97° 47'  | 62 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 43' | 100° 25' |
| 19 | Veracruz   | Molacán          | 20° 35' | 97° 40'  | 63 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 37' | 100° 32' |
| 20 | Veracruz   | Chumestlan       | 20° 40' | 97° 45'  | 64 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 43' | 100° 33' |
| 21 | Veracruz   | Castillo Terayo  | 20° 44' | 97° 35'  | 65 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 30' | 100° 28' |
| 22 | Veracruz   | Tehuacán         | 20° 40' | 97° 31'  | 66 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 42' | 100° 31' |
| 23 | Veracruz   | Tehuacán         | 20° 33' | 97° 33'  | 67 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 41' | 100° 34' |
| 24 | Veracruz   | Coatzacoatlán    | 20° 19' | 97° 33'  | 68 | Guerrero  | Cutzamala          | 18° 38' | 100° 34' |
| 25 | Veracruz   | Espinal          | 20° 21' | 97° 22'  | 69 | Michoacán | Tiquicheo          | 18° 59' | 100° 40' |
| 26 | Michoacán  | La huacana       | 18° 59' | 101° 59' | 70 | Michoacán | Tiquicheo          | 18° 50' | 100° 42' |
| 27 | Michoacán  | La huacana       | 18° 49' | 101° 56' | 71 | Michoacán | Tuzantla           | 19° 13' | 100° 42' |
| 28 | Michoacán  | La huacana       | 18° 46' | 101° 52' | 72 | Michoacán | Tuzantla           | 19° 08' | 100° 40' |
| 29 | Michoacán  | La huacana       | 18° 44' | 101° 52' | 73 | Michoacán | Tuzantla           | 19° 10' | 100° 33' |
| 30 | Michoacán  | La huacana       | 18° 41' | 101° 50' | 74 | Michoacán | Tuzantla           | 19° 04' | 100° 36' |
| 31 | Michoacán  | Charumucio       | 18° 37' | 101° 50' | 75 | México    | Zacazonapan        | 18° 58' | 100° 17' |
| 32 | México     | Zacazonapan      | 18° 55' | 100° 13' | 76 | Puebla    | Tehuaczingo        | 18° 23' | 98° 16'  |
| 33 | México     | Tejupilco        | 18° 48' | 100° 18' | 77 | Puebla    | Chinanilla         | 18° 16' | 98° 16'  |
| 34 | México     | Amatepec         | 18° 44' | 100° 18' | 78 | Puebla    | Totoltepec de Gro. | 18° 19' | 97° 52'  |
| 35 | México     | Tlaxiaya         | 18° 32' | 100° 19' | 79 | Puebla    | Petalcingo         | 18° 08' | 97° 53'  |
| 36 | México     | Amatepec         | 18° 44' | 100° 22' | 80 | Puebla    | Zapotitlán         | 18° 27' | 97° 38'  |
| 37 | México     | Amatepec         | 18° 45' | 100° 20' | 81 | Puebla    | Atecal             | 18° 26' | 97° 42'  |
| 38 | México     | Amatepec         | 18° 44' | 100° 20' | 82 | Puebla    | Zapotitlán         | 18° 22' | 97° 33'  |
| 39 | México     | Tlaxiaya         | 18° 37' | 100° 21' | 83 | Puebla    | Atecal             | 18° 19' | 97° 40'  |
| 40 | México     | Tlaxiaya         | 18° 32' | 100° 20' | 84 | Puebla    | Zapotitlán         | 18° 17' | 97° 36'  |
| 41 | México     | Atlautla         | 18° 30' | 100° 21' | 85 | Puebla    | Zapotitlán         | 18° 21' | 97° 31'  |
| 42 | Puebla     | Tzicatlacoyan    | 18° 49' | 98° 00'  | 86 | Oaxaca    | Asunción C.        | 18° 12' | 97° 17'  |
| 43 | Guerrero   | Atecingo del Río | 18° 11' | 98° 56'  | 87 | Oaxaca    | Asunción C.        | 18° 07' | 97° 11'  |
| 44 | Puebla     | Tehuaczingo      | 18° 27' | 98° 19'  |    |           |                    |         |          |

Es necesario puntualizar que estos sitios son una primera aproximación y todavía se requieren estudios a nivel local más detallados. Fuente: Documento mecanografiado de circulación interna en el Colegio de Ingenieros Geólogos.

FACTORES PARA UBICAR SITIOS

Michoacán y Chicontepec, Veracruz con 5 cada uno.

2. La Comisión Metropolitana para el Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México (CMPCCAVM) siguiendo otra metodología tiene propuestos cinco sitios a no mas de 100 km de la ZMCM. Sin embargo no proporciona la ubicación exacta. (SEMARNAP, 1995)

3. El gobierno del Estado de Nuevo León realizó un estudio sencillo donde expresa que se debe tener en cuenta la distribución de la población humana, vegetación, hidrología subterránea, fisiografía hidrológica superficial, agricultura y ganadería, calidad de suelos, topografía, importancia turística

| CUADRO 38                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESTUDIOS QUE REALIZA           | EL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ETAPAS                         | ESTUDIOS A REALIZAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| I. Marco regional              | Marco geológico regional<br>Configuración de los mantos acuíferos<br>Definitación de las áreas de carga y descarga<br>Determinación de flujo de agua subterránea<br>Balance hidrológico<br>Calidad de agua subterránea<br>Sismicidad<br>Fallamiento activo<br>Estabilidad de pendientes<br>Actividad volcánica<br>Cartografía de riesgos naturales<br>Evaluación de los recursos naturales                                                                                                                                                      |
| II. Marco local                | Riesgos topográficos, geomorfología, cartografía de pendientes<br>Marco geológico e hidrológico<br>Inventario de pozos<br>Evolución de los niveles estáticos<br>Balance hidrológico<br>Zonificación y caracterización del fallamiento<br>Definitación y caracterización de las unidades de roca por su fracturamiento<br>Propiedades físicas y químicas de las unidades de roca<br>Evolución de los recursos naturales<br>Zonas minadas<br>Zonificación de áreas urbanas, rurales e industriales                                                |
| III. Caracterización del sitio | Elaboración del mapa topográfico base<br>Elaboración del mapa geológico<br>Estudios sobre estabilidad del terreno<br>Elaboración del programa de perforación<br>Determinación de la columna estratigráfica<br>Propiedades geotécnicas de los materiales<br>Áreas susceptibles de inundación<br>Ubicación de los cuerpos de aguas superficiales<br>Determinación de los niveles freáticos y dirección de flujo de agua subterránea<br>Programa de monitoreo de agua subterránea<br>Elaboración de los modelos de comportamiento de los acuíferos |

Fuente: PUMA, 1997

**FACTORES PARA UBICAR SITIOS**

o histórica y ubicación de centros de salud o servicios relacionados para atender una emergencia en el confinamiento. Sin embargo solo valora la densidad de población, uso de suelo, tipo de vegetación, presencia de acuíferos subterráneos e hidrología superficial.

4. El Instituto de Geología de la UNAM desde hace seis años realiza este tipo de investigaciones. Su metodología abarca el estudio de características geológicas, hidrogeológicas y climatológicas comprendidas en tres etapas: 1. Selección de áreas potenciales 2. caracterización de los sitios potenciales y 3. evaluación de los sitios seleccionados en la etapa anterior (cuadro 38).

5. El Instituto de Geografía de la UNAM por encargo del INE desarrolló un sistema de información geográfica que permite identificar regiones para determinar zonas aptas para el establecimiento de infraestructura de manejo de residuos peligrosos. Su metodología se basa en 19 factores divididos en tres temas principales (cuadro 39). Cada factor se divide en criterios excluyentes, condicionantes y preferentes y se aplica el método de regionalización de Saaty.

| TEMAS PRINCIPALES    |  | FACTORES                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medio Biológico      |  | Sistema Nacional de Areas Protegidas<br>Diversidad y/o riqueza<br>Singularidad<br>Distribución espacial                                                                                                                                                                             |
| Medio Físico         |  | Aptitud de las unidades fisiográficas<br>Permeabilidad del terreno<br>Distancia a escurrimientos y cuerpos de agua<br>Aptitud de las unidades del suelo<br>Inclinación del terreno<br>Distancia a epicentros sísmicos<br>Precipitación media anual<br>Nivel de protección ambiental |
| Medio Socioeconómico |  | Distribución de población<br>Importancia de unidades productivas<br>Vías de comunicación<br>Presencia de obras de infraestructura<br>Elementos culturales o recreativos<br>Planeación del uso del suelo<br>Costo de traslado                                                        |

Fuente: SEMARNAP, 1996-1

## FACTORES PARA UBICAR SITIOS

Por último, es necesario mencionar lo gratificante que resulta que en un tema tan apasionante como el de los residuos peligrosos, profesionales de la geografía estén contribuyendo de manera tan clara y tangible. El Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura para el Manejo de Residuos Peligrosos es una muestra de lo que se puede hacer cuando se quiere, lo dejan y sobre todo, se tiene una concepción útil y moderna de lo que es la geografía.

“...sin embargo, no estoy muy seguro de que deba agradecer estas dos ayudas finales, pues me parece que semejantes disparates habrían puesto unas gotas de humor involuntario -y tal vez deseable- en el horror de este libro.”

El General en su Laberinto.      García M., G.

## 9. RESULTADOS

La situación de abandono de los residuos peligrosos en México es resultado de mas de 45 años de no querer mirar el problema y que hoy se ha convertido en un pasivo ambiental que podemos representar como una bola de nieve cuesta abajo que cada día crece mas y que amenaza con caer y dañar nuestra salud, el ambiente y nuestras propiedades.

Según las estimaciones oficiales son cerca de 6 millones de toneladas anuales los residuos peligrosos de origen industrial que están fuera de control: no se sabe donde están ni que se hizo con ellos. A esta cifra, ya de por sí inquietante, hay que agregarle las 82 mil toneladas anuales de residuos biológico-infecciosos provenientes principalmente de hospitales y laboratorios, también los que pueden resultar de los 13 millones de toneladas anuales de residuos mineros y los no cuantificados por el uso de sustancias químicas en la agricultura y productos de uso doméstico.

Es evidente que su enorme cantidad y su potencial para provocar daños lo convierten en un problema ambiental que debe atenderse con prontitud.

Por ello es frustrante que la falta de información sea el común denominador siempre presente en elementos tan importantes y fundamentales como: volumen generado, ubicación de fuentes generadoras, composición fisico-química, clasificación y pruebas toxicológicas. Sin esta información no podrá sustentarse una estrategia realista tendiente a controlarlos y evitar sus posibles efectos negativos.

Sin demeritar la presión de organizaciones no gubernamentales y grupos de industriales generadores preocupados por el medio ambiente, no cabe duda que lo poco realizado hasta hoy es el resultado indirecto de la incursión de México en los grandes bloques internacionales de cooperación comercial y económica, pues en este proceso se ha tenido que apresurar el paso hacia la homologación de los estándares ambientales en relación con los utilizados por nuestros nuevos "socios".

El cuerpo jurídico y la capacidad y estructura orgánica de las instituciones a cargo están evidentemente superadas por la magnitud del problema. Aunque recientes avances como la puesta en marcha del REMEXMAR y el SIRG son señales alertadoras pues apuntan hacia la dirección adecuada, mientras el principal esfuerzo se siga concentrando en los discursos y no deje de predominar

la negligencia profesional y el hábito de evaluar las políticas públicas desde el escritorio, no se logrará llevar hasta el final su control adecuado.

Después de la minimización, el objetivo principal e impostergable de una política nacional en la materia debe ser alertar la creación de un mosaico de infraestructura y servicios necesarios que abarquen todas las fases en la vida de los residuos peligrosos a lo largo del país. Sin embargo es en este punto donde existen dos grandes dificultades: la oposición de las comunidades a aceptar su ubicación en las inmediaciones de su territorio, y principalmente, la utilización de dicha resistencia por parte de grupos conservacionistas, partidos políticos y autoridades locales como manera fácil de ganar notoriedad, simpatizantes y hasta recursos económicos.

Dado el grave peligro que representan toda la cantidad de residuos peligrosos sueltos en el ambiente y que no sea posible en el mediano plazo lograr innovaciones tecnológicas o cambios en los patrones culturales que logren eliminarlos, no se vale que amparándose en una utópica concepción ecológica y manipulando la errónea percepción social del riesgo de las comunidades, estas personas impidan que se materializen las obras necesarias para su manejo cayendo en una postura donde no hay correspondencia entre su discurso que promulga un medio ambiente mejor para todos y el resultado de sus acciones que impiden que todos nosotros reduzcamos significativamente el riesgo de vernos expuestos a los residuos peligrosos.

Por último, y como uno de los elementos mas importantes en la búsqueda de soluciones, es muy necesaria la creación de cuadros profesionales especializados con espacios donde puedan converger interdisciplinariamente para encontrar los mejores instrumentos que tiendan a solucionar este grave problema ambiental.

### **9.1 Discusión de resultados.**

El primer intento para realizar una investigación sobre residuos peligrosos surgió en 1993. El objetivo central era proponer los mejores sitios para instalar confinamientos finales que atendieran la demanda generada por las industrias de la ZMCM.

Sin embargo, al estar en la etapa concerniente a la reunión de toda la información necesaria para evaluar la viabilidad de la investigación, inmediatamente salió a relucir lo escaso y fragmentado de todo lo publicado

acerca de este tipo de contaminantes.

Por tanto se consideró que, ya que se trataba de un tópico relativamente nuevo, sería mas útil un texto donde se reuniera de forma organizada todo lo que se haya hecho y dicho sobre ellos. De esta manera, aunque implicara un descenso dentro de la escala de las pretensiones, se avanzaría en la solución de los problemas que representan los residuos peligrosos al contribuir directamente en un aspecto fundamental: la difusión y concientización sobre el tema.

En este sentido se considera que el resultado fué completo, ya que se cumplió cabalmente con la revisión y selección adecuada de prácticamente todas las fuentes accesibles, lo que permitió presentar los aspectos mas importantes que orbitan alrededor de los residuos peligrosos: desde los puramente tecnológicos (como los métodos de tratamiento) hasta los sociales (como el comportamiento que asumen algunos grupos que conforman las comunidades asentadas en los sitios escogidos para instalar infraestructura).

No obstante es esta visión panorámica la que explica que hasta cierto punto los resultados pueden ser limitados, pero con toda seguridad permiten establecer el cimiento para otros estudios mas especificos y de mayor profundidad.

Un área donde evidentemente es necesario seguir avanzando es en la correlación de la información contenida en este trabajo con la de otras cartas específicas, sobre todo en lo relacionado a la elección de sitios para instalar infraestructura.

Otro aspecto que no se mencionó pero que es de gran interés e importancia es el de la discusión acerca de las diferentes perspectivas y metodologías con las que el Instituto de Geografía y el de Geología abordan el mismo objetivo. Sería muy enriquecedor contrastar y evaluar no solamente estas dos, sino investigar acerca de las características de las metodologías que se utilizan en el país para proponer una sola que unifique criterios pero que a la vez sea lo suficientemente flexible para adecuarse a las diversos ambientes de México.

Finalmente dentro de este ejercicio de autocrítica, quizá a la hora de asignar responsabilidades por lo poco que se ha hecho para lograr el manejo adecuado de los residuos peligrosos, pudiera parecer este trabajo reiterativo

y/o exagerado al señalar como los principales culpables a los grupos y "líderes de opinión" con un fundamentalismo ecológico así como también a los anteriores directores de las instituciones de gobierno que se encargaron de su gestión. Lamentablemente no se puede ser totalmente objetivo e imparcial, pero de no haberse notado el encono hacia ellos, ahora lo hago patente.

## **9.2. Sugerencias.**

En la búsqueda del conocimiento para fundamentar correctamente una política nacional de residuos peligrosos que se concrete en instrumentos, estrategias y proyectos que sean funcionales y adecuados, se exponen los siguientes dos puntos que se consideran prioritarios:

1. Es necesario realizar estudios regionales que se concreten a zonas industriales, distritos agrícolas, conjuntos de poblaciones humanas, cuencas hidrológicas, cuencas aereológicas, etc.

La misma especificidad es urgente para multiplicar las investigaciones sobre las propiedades de las sustancias químicas que componen a los residuos peligrosos. Sobre todo en lo referente a sus posibles efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana, pues aunque en este campo es donde mas investigadores han participado, su espectro es tan vasto que casi todo está por hacerse.

2. Un elemento casi siempre presente en las fuentes consultadas, es que estos carecen de las mínimas herramientas cartográficas. Por esto se hace necesario la urgente inclusión de este material que nos permite una apreciación espacial inmediata.

Solo con estudios específicos por unidad de espacio y residuo peligroso utilizando métodos y técnicas que permitan interrelacionar los factores mas importantes que lo determinan, se podrá completar satisfactoriamente el panorama general de la situación de los residuos peligrosos en México.

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

- Centro Nacional para la Prevención de Desastres  
1995 **Residuos Peligrosos**, México, D. F., 1ª ed., pp 35.
- CMPCC y SM-Dynamics  
1992 **Estudio de Prefactibilidad de la Gestión de los Residuos Peligrosos en los Corredores Industriales Toluca-Lerma y Ocoyoacac-Tlanguistenco**, Gobierno del Estado de México-Agencia Canadiense para el Desarrollo Industrial, México, D. F., 1ª ed., pp 427 mas anexos.
- Córdova F., Carlos y Levi L., Silvana.  
1993 **Como Acercarse a la Geografía**, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, D. F., 1ª ed., pp 91.
- Eco, Umberto  
1994 **Como se Hace una Tesis**. (Colección Libertad y Cambio. Serie Práctica), Editorial Gedisa S. A., Barcelona, Esp., 1ª ed., pp 267.
- Glender, A. y Lichtinger V. (compiladores)  
1994 **La Diplomacia Ambiental. México y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, SRE y FCE**, México, D. F., 1ª ed., pp 437.
- Organización Panamericana de la Salud  
1994 **Desechos Peligrosos y Salud en América Latina y el Caribe**, (Serie Ambiental N° 14), Washington, E. U. A., 1ª ed., pp 63.
- Ortiz M., Fernando, Cortinas de N., Cristina y Maffey G., María de L.  
1987 **Manejo de los Desechos Industriales Peligrosos en México**, Fundación Universo Veintiuno A. C., México D. F., 1ª ed., pp 235.
- Pontin, C.  
1991 **Historia Verde del Mundo**. Ediciones Paidós, Barcelona, Esp., 1ª ed., pp 582.
- Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)  
1994 **La Situación Ambiental en México**, Rivero S., Octavio; Ponciano R., Guadalupe y González M., Simón (editores), México, D. F., 1ª ed, pp 391-442.
- Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)  
1996-1 **Residuos Peligrosos**, Rivero S., Octavio; Ponciano R., Guadalupe y González M., Simón (editores), México, D. F., 1ª ed. pp 221.

## BIBLIOGRAFÍA

- Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)  
1996-2 **Primer Simposio Nacional sobre Residuos Peligrosos.**  
Conferencias, México, D. F., 1ª ed., pp 147.
- Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)  
1996-3 **Primer Simposio Nacional sobre Residuos Peligrosos.**  
Trabajos Libres, México, D. F., 1ª ed., pp 264.
- Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA)  
1997 **Los Residuos Peligrosos en México.** Rivero S., Octavio;  
Ponciano R., Guadalupe y González M., Simón (editores),  
México, D. F., 1ª reedición, pp 128.
- SEDESOL  
1993 **Residuos Peligrosos en el Mundo y en México.** (Serie  
Monografías N° 3), México, D. F., 1ª ed, pp 216.
- SEDESOL  
1994-1 **Bases para Una Política Nacional de Residuos Peligrosos,**  
México, D. F., 1ª ed., pp 38.
- SEDESOL  
1994-2 **México. Informe de la Situación General en Materia de  
Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 1993-1994,**  
México, D. F., 1ª ed. pp 230
- SEMARNAP  
1995 **Taller para el Desarrollo Sustentable. Residuos Peligrosos,**  
Garfias y A., Francisco J. y Barojas W., Luis (Editores),  
México, D. F., 1ª ed., pp 114.
- SEMARNAP  
1996-1 **Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de  
Infraestructura para el Manejo de Residuos Peligrosos,**  
México, D. F., 1ª ed., pp 115.
- SEMARNAP  
1996-2 **Programa para la Minimización y Manejo Integral de  
Residuos Industriales Peligrosos en México, 1996-2000,**  
México, D. F., 1ª ed, pp 165.
- SEMARNAP  
1996-3 **Programa de Medio Ambiente 1995-2000,** México, D. F., 1ª  
ed., pp 231-243.

**BIBLIOGRAFÍA**

**SEMARNAP**

1997 **Sistema Integral de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG)**, México, D. F., 1ª ed., pp 174.

**Tyler M., G.**

1994 **Ecología y Medio Ambiente**, Grupo Editorial Iberoamérica, México, D. F., 1ª ed., pp 606-634.

## **11. ANEXO.**

En este anexo se muestra la cédula para inscribirse en el Programa Voluntario así como los formatos y tablas que se necesitan para solicitar la Licencia Ambiental Única del SIRG<sup>1</sup>

1. Para más información consúltese SEMARNAP, 1997.

**VI. Generación y manejo de residuos peligrosos**

*No aplica ( )*

Objetivo(s).

Meta(s):

Acción(es) específica(s):

Problemas u obstáculos para alcanzar los objetivos y metas:

Resultados obtenidos:

Porcentaje de Avance por Acciones

Porcentajes Inicialmente Establecidos

**A N E X O**

**IV-A. GENERACIÓN, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL ESTABLECIMIENTO**

De acuerdo a las NOM-052-ECOL-93 y NOM-053-ECOL-93 la empresa genera residuos peligrosos: Si ( ) No ( )  
 En el caso de que su respuesta halla sido afirmativa, proporcione los datos siguientes:

**4.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

| Punto de emisión | Identificación del residuo    |                     | Generación anual |        |
|------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|--------|
|                  | NOM-052-ECOL-93 <sup>26</sup> | Clave <sup>27</sup> | Cantidad         | Unidad |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |

**4.2 MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS DENTRO DEL ESTABLECIMIENTO**

| Punto de emisión | Identificación del residuo |       | Tratamiento         |                          | Forma | Almacenamiento <sup>28</sup>   |           |          |        | Tiempo |
|------------------|----------------------------|-------|---------------------|--------------------------|-------|--------------------------------|-----------|----------|--------|--------|
|                  | NOM-052-ECOL-93            | Clave | Clave <sup>29</sup> | Capacidad de tratamiento |       | Clave de almacén <sup>30</sup> | Capacidad |          |        |        |
|                  |                            |       |                     | Cantidad                 |       |                                | Unidad    | Cantidad | Unidad |        |
|                  |                            |       |                     |                          |       |                                |           |          |        |        |
|                  |                            |       |                     |                          |       |                                |           |          |        |        |
|                  |                            |       |                     |                          |       |                                |           |          |        |        |

Si la empresa utiliza servicios para el manejo de sus residuos peligrosos, indique:

**4.3 TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS<sup>31</sup>**

| Punto de emisión | Identificación del residuo |       | Transferencia                    |                   |        |
|------------------|----------------------------|-------|----------------------------------|-------------------|--------|
|                  | NOM-052-ECOL-93            | Clave | Empresa manejadora <sup>32</sup> | Total transferido |        |
|                  |                            |       |                                  | Cantidad          | Unidad |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |

<sup>26</sup> Número de identificación del residuo según NOM-053-ECOL-93, número de la tabla y anexo donde se encuentra listado, o clave CRETIB. Si el residuo no aparece en listas, se deberá anexar el análisis CRETIB correspondiente.

<sup>27</sup> Residuos peligrosos. De acuerdo a la tabla 8 del catálogo general.

<sup>28</sup> De conformidad a los Artículos 14 al 21 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, anexe descripción detallada de la forma en que se almacenan los residuos y la ubicación del o los locales dentro del establecimiento, indicando las redes de drenaje y de agua existentes en el área de almacenamiento, así como las medidas de seguridad utilizadas.

<sup>29</sup> Método de tratamiento. De acuerdo con tablas 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14 del catálogo general.

<sup>30</sup> Tipo de almacén. De acuerdo con tabla 15 del catálogo general.

<sup>31</sup> El generador deberá contratar exclusivamente los servicios de empresas autorizadas por el INE para el manejo de residuos peligrosos (Artículos 151 BIS de la LGEEPA y 10 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos).

<sup>32</sup> Número de autorización del INE a la empresa manejadora.

**IV-B. PRESTADOR DE SERVICIOS DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

En caso de prestar servicios como manejadora de residuos peligrosos, la empresa deberá cumplir satisfactoriamente con la Autorización de Impacto Ambiental y, si es el caso, con el Estudio de Riesgo y la realización del Protocolo de Pruebas respectivo.

**4.4 GENERADORES ATENDIDOS O POR ATENDER:**

| Identificación del residuo |       | Número de Registro Ambiental del Generador | Número de Registro como Generador de Residuos Peligrosos <sup>33</sup> | Estado físico | Cantidad manejada |        | Tipo de tratamiento <sup>34</sup> |
|----------------------------|-------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|--------|-----------------------------------|
| NOM-052-ECOL-93            | Clave |                                            |                                                                        |               | Cantidad          | Unidad |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |
|                            |       |                                            |                                                                        |               |                   |        |                                   |

**4.5 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS YA TRATADOS**

| Identificación del residuo |       | Método de disposición <sup>36</sup> | Cantidad manejada |        | Personas físicas o morales que lo usan <sup>35</sup> |           |
|----------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------|--------|------------------------------------------------------|-----------|
| NOM-052-ECOL-93            | Clave |                                     | Cantidad          | Unidad | Nombre                                               | Dirección |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |
|                            |       |                                     |                   |        |                                                      |           |

<sup>33</sup> El generador está obligado a contar con un número de registro (Artículo 8 del reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos).

<sup>34</sup> Método de tratamiento. De acuerdo con las tablas 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14 del catálogo general.

<sup>35</sup> Identificación de las personas o establecimientos que adquieren residuos ya tratados para reuso o aprovechamiento.

<sup>36</sup> Método de disposición. De acuerdo con la tabla 9 del catálogo general.

**IV. GENERACIÓN, MANEJO Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS**

De acuerdo a la NOM-052-ECOL-93, la NOM-053-ECOL-93 o en caso de prestar servicios de manejo de residuos peligrosos, los establecimientos generadores o manejadores de estos residuos deberán proporcionar la siguiente información, cuando esta sea diferente de la reportada en la Licencia Ambiental Única o última Cédula de Desempeño Ambiental

**4.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

| Punto de emisión | Identificación del residuo    |                     | Generación anual |        |
|------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|--------|
|                  | NOM-052-ECOL-93 <sup>21</sup> | Clave <sup>24</sup> | Cantidad         | Unidad |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |
|                  |                               |                     |                  |        |

**4.2 MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS DENTRO DEL ESTABLECIMIENTO<sup>25</sup>**

| Punto de emisión | Identificación del residuo |       | Tratamiento            |                     |        |       | Almacenamiento <sup>26</sup>   |        |           |  |
|------------------|----------------------------|-------|------------------------|---------------------|--------|-------|--------------------------------|--------|-----------|--|
|                  | NOM-052-ECOL-93            | Clave | Método o <sup>27</sup> | Capacidad de manejo |        | Forma | Clave de almacén <sup>28</sup> |        | Capacidad |  |
|                  |                            |       |                        | Cantidad            | Unidad |       | Cantidad                       | Unidad |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |
|                  |                            |       |                        |                     |        |       |                                |        |           |  |

<sup>21</sup> Número de identificación del residuo según NOM-052-ECOL-93, número de la tabla y anexo donde se encuentra listado, o clave CRETIB. Si el residuo no aparece en listas, se deberá anexar el análisis CRETIB correspondiente.

<sup>22</sup> Residuos peligrosos. De acuerdo a la tabla 8 del catálogo general.

<sup>23</sup> Llenar sólo en caso de cambios en el último año de reporte.

<sup>24</sup> De conformidad a los Artículos 14 al 21 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, anexo descripción detallada de la forma en que se almacenan los residuos y la ubicación del o los locales dentro del establecimiento, indicando las redes de drenaje y de agua existentes en el Área de almacenamiento, así como las medidas de seguridad utilizadas.

<sup>25</sup> Métodos de tratamiento. De acuerdo con tablas 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14 del catálogo general.

<sup>26</sup> Clasificación de almacenes. De acuerdo con tabla 13 del catálogo general.

**4.3 TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS<sup>29</sup>**

| Punto de emisión | Identificación del residuo |       | Transferencia                    |                   |        |
|------------------|----------------------------|-------|----------------------------------|-------------------|--------|
|                  | NOM-052-ECOL-93            | Clave | Empresa manejadora <sup>30</sup> | Total transferido |        |
|                  |                            |       |                                  | Cantidad          | Unidad |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |
|                  |                            |       |                                  |                   |        |

**4.4 EMPRESAS MANEJADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS<sup>31</sup>**

| Identificación del residuo |       | Método de tratamiento o disposición <sup>32</sup> | Total anual manejado |        |
|----------------------------|-------|---------------------------------------------------|----------------------|--------|
| NOM-052-ECOL-93            | Clave |                                                   | Cantidad             | Unidad |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |
|                            |       |                                                   |                      |        |

<sup>29</sup> El generador deberá contratar exclusivamente los servicios de empresas autorizadas por el INE para el manejo de residuos peligrosos (Artículo 151 BIS de la LGEEPA y 10 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos).

<sup>30</sup> Número de autorización del INE a la empresa manejadora.

<sup>31</sup> Esta sección solo será llenada por empresas que presten sus servicios como manejadoras de residuos peligrosos.

<sup>32</sup> De acuerdo con las tablas 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14 del catálogo general.



**CATALOGO GENERAL  
(Proyecto)**

Las tablas contenidas en este catálogo de información, deberán ser empleadas para el llenado tanto del formato de solicitud de Licencia Ambiental Única (LAU), como del formato de la Cédula de Desempeño Ambiental (CDA). Incluye también un ejemplo de como debe presentarse el Diagrama de Consumo y Emisiones (diagrama de bloques de identificación de procesos, maquinaria y/o equipo que generan y emiten contaminantes), así como un glosario de términos.

**TABLA 1. CLAVES DE ESTADO FÍSICO**

| Clave | Estado físico                                                        | Clave | Estado físico                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|
| G     | Gaseosa (gases, vapores, partículas dentro de una corriente gaseosa) | LN    | Líquida (en solución no acuosa) |
| LA    | Líquida (en solución acuosa)                                         | S     | Sólidos y semisólidos           |

**TABLA 2. CLAVES DE FORMA DE ALMACENAMIENTO**

| Clave | Tipo de almacenamiento    | Clave | Tipo de almacenamiento  |
|-------|---------------------------|-------|-------------------------|
| GT    | A granel bajo techo.      | CM    | En contenedor metálico  |
| GI    | A granel a la intemperie. | CP    | En contenedor plástico. |
| TT    | En tolva.                 | O     | Otros                   |

**TABLA 3. CLAVES DE MÉTODO DE ESTIMACIÓN**

| Clave | Método                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M     | La estimación se basa en mediciones o monitoreo.                                                                                     |
| C     | La estimación se basa en cálculos de balance de materiales, (entrada y salida de sustancia).                                         |
| E     | La estimación se basa en factores de emisión publicados, tales como los que relacionan la cantidad de emisión al tipo de equipo.     |
| O     | Otros métodos, tales como cálculos de ingeniería (p. ej. estimación de la volatilización empleando fórmulas matemáticas publicadas). |

**TABLA 4. CLAVES DE TIPO DE DESCARGA**

| Clave | Tipo de descarga                   | Clave | Tipo de descarga            |
|-------|------------------------------------|-------|-----------------------------|
| PA    | De proceso productivo              | AP    | De proceso y servicios      |
| SA    | De servicios                       | PS    | De sistemas de enfriamiento |
| TA    | De tratamiento de aguas residuales | SE    | Agua pluvial                |

| TABLA 5. CLAVES DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO (TB) |           |       |                               |
|-----------------------------------------------|-----------|-------|-------------------------------|
| Clave                                         | Método    | Clave | Método                        |
| TB1                                           | Aerobio   | TB3   | Facultativo                   |
| TB2                                           | Anaerobio | TB0   | Otros tratamientos biológicos |

| TABLA 6. CLAVES DE TRATAMIENTO FÍSICO Y FÍSICOQUÍMICO (TF) |                                           |       |                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------------------------------------|
| Clave                                                      | Método                                    | Clave | Método                              |
| TF1                                                        | Homogeneización                           | TF14  | Osmosis inversa                     |
| TF2                                                        | Sedimentación                             | TF15  | Intercambio iónico                  |
| TF3                                                        | Sedimentación y clarificación             | TF16  | Despunte (aire)                     |
| TF4                                                        | Filtración                                | TF17  | Despunte (vapor)                    |
| TF5                                                        | Espesado de lodos                         | TF18  | Otro tipo de despunte               |
| TF6                                                        | Flotación con aire                        | TF19  | Lixiviación ácida                   |
| TF7                                                        | Desgrasado / desnatado                    | TF20  | Extracción con solventes            |
| TF8                                                        | Ruptura térmica de emulsión               | TF21  | Remoción de nitrógeno y fósforo     |
| TF9                                                        | Ruptura química de emulsión               | TF22  | Desinfección con rayos ultravioleta |
| TF10                                                       | Otro tipo de ruptura de emulsión          | TF23  | Cribado                             |
| TF11                                                       | Otro tipo de separaciones en fase líquida | TF24  | Desmenuzado                         |
| TF12                                                       | Adsorción (carbón activado)               | TF25  | Desarenización                      |
| TF13                                                       | Otro tipo de adsorción                    |       | Otros tratamientos                  |

| TABLA 7. CLAVES DE TRATAMIENTO QUÍMICO (TQ) |                                                                       |       |                                                            |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|
| Clave                                       | Método                                                                | Clave | Método                                                     |
| TQ1                                         | Precipitación química (cal o sosa)                                    | TQ8   | Oxidación de cianuros (electroquímica)                     |
| TQ2                                         | Precipitación química (sulfuro)                                       | TQ9   | Otro tipo de oxidación de cianuros                         |
| TQ3                                         | Otro tipo de precipitaciones químicas                                 | TQ10  | Oxidaciones generales incluyendo desinfección (cloración)  |
| TQ4                                         | Neutralización                                                        | TQ11  | Oxidaciones generales incluyendo desinfección (ozonación)  |
| TQ5                                         | Reducción del cromo                                                   | TQ12  | Otro tipo de oxidaciones generales incluyendo desinfección |
| TQ6                                         | Tratamiento de complejos metálicos (otros diferentes al ajuste de pH) | TQ0   | Otros tratamientos químicos                                |
| TQ7                                         | Oxidación de cianuros (cloración alcalina)                            |       |                                                            |

| TABLA 8. CLAVES DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS |               |       |            |                                 |        |
|-----------------------------------------------|---------------|-------|------------|---------------------------------|--------|
| Categoría                                     | Tipo          | Clave | Categoría  | Tipo                            | Clave  |
| SOLVENTES                                     | Orgánico      | S1    | LÓDOS      | Tratamiento de aguas negras     | L1     |
|                                               | Organoclorado | S2    |            | Tratamiento de aguas de proceso | L2     |
| ACEITE GASTADO                                | Lubrificante  | O1    |            | Galvanoplastia                  | L3     |
|                                               | Soluble       | O2    |            | Templados                       | L4     |
|                                               | Hidráulico    | O3    |            | Proceso de pinturas             | L5     |
|                                               | Otro          | O4    |            | acetosos                        | L6     |
| LIQUIDOS RESIDUALES DE PROCESOS               | Corrosivos    | LR1   |            | Otros                           | L7     |
|                                               | No corrosivos | LR2   | SÓLIDOS    | Textil, piel, asbestos, etc.    | So1    |
| SUSTANCIAS CORROSIVAS                         | Ácidos        | C1    |            | auto motriz                     | So2    |
|                                               | Alcalis       | C2    |            | tortas de filtrado              | So3    |
| BREAS                                         | Catalíticos   | B1    |            | ESCORIAS                        | varios |
|                                               | Destilación   | B2    | Finas      |                                 | E1     |
|                                               | Otras         | B3    | Granulares |                                 | E2     |

| TABLA 9. CLAVES DE TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN |                                                  |       |                                          |                                    |       |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|------------------------------------------|------------------------------------|-------|
| Tipo                                         | Método                                           | Clave | Tipo                                     | Método                             | Clave |
| Disposición                                  | Confinamiento                                    | D1    | Tratamiento de residuos                  | Solidificación / estabilización    | SS    |
|                                              | Rellenos sanitarios                              | D2    |                                          | Incineración y tratamiento térmico | TI    |
|                                              | Tratamiento en suelos                            | D3    | Tratamiento de aguas residuales          | Tratamiento físico                 | TF    |
|                                              | Depósitos al aire libre                          | D3    |                                          | Tratamiento biológico              | TB    |
|                                              | Otros métodos de disposición                     | DO    |                                          | Tratamiento químico                | TQ    |
| Recuperación                                 | Recuperación de solventes y compuestos orgánicos | RRS   | Tratamiento fisicoquímico                | TFQ                                |       |
|                                              | Recuperación de metales                          | RRM   | Otros métodos de tratamiento de residuos |                                    | TO    |
|                                              | Recuperación de ácidos                           | RRG   | Recuperación de energía                  |                                    | RE    |
|                                              | Otros métodos de recuperación y reciclaje        | RRO   | Se Desconoce                             |                                    | ND    |

| TABLA 10. CLAVES DE TRATAMIENTO DE CORRIENTES GASEOSAS (TG) |                              |       |                    |                      |       |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|-------|--------------------|----------------------|-------|
| Clasificación                                               | Método                       | Clave | Clasificación      | Método               | Clave |
| Control de partículas                                       | Sedimentación gravitacional  | TG1   | Control de gases   | Absorción húmeda     | TG7   |
|                                                             | Impacto por centrifugación   | TG2   |                    | Adsorción en seco    | TG8   |
|                                                             | Impacto por inercia          | TG3   |                    | Combustión directa   | TG9   |
|                                                             | Intercepción directa         | TG4   |                    | Incineración térmica | TG10  |
|                                                             | Difusión                     | TG5   |                    | Oxidación catalítica | TG11  |
|                                                             | Precipitación electrostática | TG6   | Otros tratamientos |                      | TG12  |

| TABLA 11. CLAVES PARA INCINERACIÓN Y OTROS TRATAMIENTOS TÉRMICOS (IT) |                                                    |       |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|
| Clave                                                                 | Método                                             | Clave | Método                                              |
| IT1                                                                   | Inyección de líquido                               | IT8   | Infrarrojo                                          |
| IT2                                                                   | Horno rotatorio con unidad de inyección de líquido | IT9   | Vaho / vapor                                        |
| IT3                                                                   | Otros hornos rotatorios                            | IT10  | Destructor pirólitico                               |
| IT4                                                                   | Horno de dos etapas                                | IT11  | Oxidación con aire húmedo                           |
| IT5                                                                   | Horno de hogar fijo                                | IT12  | Secado térmico / deshidratación                     |
| IT6                                                                   | Horno de hogar múltiple                            | TTO   | Otro tipo de incineraciones o tratamientos térmicos |
| IT7                                                                   | Horno de lecho fluidificado                        |       |                                                     |

| TABLA 12. CLAVES PARA PROCESOS DE SOLIDIFICACIÓN Y ESTABILIZACIÓN (SS) |                                                          |       |                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------|
| Clave                                                                  | Método                                                   | Clave | Método                                                   |
| SS1                                                                    | Procesos de cementación (incluyendo silicatos)           | SS4   | Técnicas termoplásticas                                  |
| SS2                                                                    | Otro tipo de procesos puzolánicos (incluyendo silicatos) | SS5   | Solidificación/ estabilización para ladrillos o tabiques |
| SS3                                                                    | Procesos asfálticos                                      | SSO   | Otros procesos de solidificación                         |

| TABLA 13. CLAVES PARA MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA (RE) |                   |       |                                          |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------------------------|
| Clave                                                         | Método            | Clave | Método                                   |
| RE1                                                           | Hornos rotatorios | RE3   | Otros hornos                             |
| RE2                                                           | Calderas          | REO   | Otros métodos de recuperación de energía |

| TABLA 14. CLAVES PARA MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE SUSTANCIAS (RR) |                                                                             |       |                                                |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|
| Clave                                                            | Método                                                                      | Clave | Método                                         |
| RRS1                                                             | Recuperación de solventes y compuestos orgánicos (destilación por lotes)    | RRM3  | Recuperación de metales (ósmosis inversa)      |
| RRS2                                                             | Recuperación de solventes y compuestos orgánicos (evaporación en capa fina) | RRM4  | Recuperación de metales (lixiviado ácido)      |
| RRS3                                                             | Recuperación de solventes y compuestos orgánicos (fraccionamiento)          | RRM5  | Recuperación de metales (alta temperatura)     |
| RRS4                                                             | Recuperación de solventes y compuestos orgánicos (extracción con solventes) | RRM6  | Recuperación de metales (fundición secundaria) |
| RRSO                                                             | Otros métodos de recuperación de solventes y compuestos orgánicos           | RRMO  | Otros métodos de recuperación de metales       |
| RRM1                                                             | Recuperación de metales (electrolítico)                                     | RRG   | Recuperación de ácidos                         |
| RRM2                                                             | Recuperación de metales (intercambio iónico)                                | RRO   | Otros métodos de recuperación o reuso          |

| TABLA 15. CLAVES DE ALMACÉN |         |         |                          |             |             |         |         |              |           |
|-----------------------------|---------|---------|--------------------------|-------------|-------------|---------|---------|--------------|-----------|
| Clave                       | Local   |         | Material de construcción |             | Ventilación |         |         | Iluminación  |           |
|                             | Cerrada | Abierta | Flamable                 | No-flamable | Natural     | Forzada | Carente | No explosiva | Explosiva |
|                             | LC      | LA      | MF                       | MN          | VN          | VF      | VC      | IN           | IE        |

| TABLA 16. CLAVES DE ACCIDENTES Y OPERACIÓN ANORMAL |                     |       |                     |
|----------------------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|
| Clave                                              | Causa de la emisión | Clave | Causa de la emisión |
| DE                                                 | Derrames.           | EF    | Emisión fugitiva    |
| EX                                                 | Explosiones.        | IN    | Incendios.          |
| FU                                                 | Fugas               | OT    | Otros               |

| TABLA 17. CLAVES PARA REGIONES HIDROLÓGICAS |       |                                |       |                                            |       |
|---------------------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------------|-------|
| Nombre                                      | Clave | Nombre                         | Clave | Nombre                                     | Clave |
| Baja California norte (Ensenada)            | 1     | Ameca                          | 14    | Pánuco                                     | 26    |
| Baja California centro oeste (El Vizcaíno)  | 2     | Costa de Jalisco               | 15    | Tuxpan - Nautla                            | 27    |
| Baja California suroeste (Magdalena)        | 3     | Armería - Coahuayana           | 16    | Papaloapan                                 | 28    |
| Baja California noreste (Laguna Salada)     | 4     | Costa de Michoacán             | 17    | Coatzacoalcos                              | 29    |
| Baja California centro este (Santa Rosalía) | 5     | Balsas                         | 18    | Grijalba - Usumacinta                      | 30    |
| Baja California sureste (La Paz)            | 6     | Costa Grande                   | 19    | Yucatán oeste (Campeche)                   | 31    |
| Río Colorado                                | 7     | Costa Chica - Río Verde        | 20    | Yucatán norte (Yucatán)                    | 32    |
| Sonora norte                                | 8     | Costa de Oaxaca (Puerto Angel) | 21    | Yucatán este (Quintana Roo)                | 33    |
| Sonora sur                                  | 9     | Tehuantepec                    | 22    | Cuencas cerradas del norte (Casas Grandes) | 34    |
| Sinaloa                                     | 10    | Costa de Chiapas               | 23    | Mapimí                                     | 35    |
| Presidio - San Pedro                        | 11    | Bravo                          | 24    | Nazas - Aguanaval                          | 36    |
| Lerma - Santiago                            | 12    | San Fernando Soto La Marina    | 25    | El Salado                                  | 37    |
| Huicicila                                   | 13    |                                |       |                                            |       |

| TABLA 18. LISTA DE SUSTANCIAS       |            |                                         |            |                                 |           |
|-------------------------------------|------------|-----------------------------------------|------------|---------------------------------|-----------|
| SUSTANCIA                           | CLAVE      | SUSTANCIA                               | CLAVE      | SUSTANCIA                       | CLAVE     |
| 1,1,2,2-tetracloroetano             | 79-34-5    | 2,4-dinitrofenol                        | 51-28-5    | Acilamida                       | 79-06-1   |
| 1,1,2,2-tetracloroetileno           | 127-18-4   | 2,4-toluendisocianato                   | 584-84-9   | Benceno                         | 71-43-2   |
| 1,1,2,3,4,4-hexacloro-1,3-butadieno | 87-68-3    | 2,6 dimetilfenol                        | 576-26-1   | Bencidina                       | 92-87-5   |
| 1,1,2-tricloroetileno               | 79-01-6    | 2,6 dinitrotolueno                      | 606-20-2   | Bifenilo                        | 92-52-4   |
| 1,2 dicloroetano                    | 107-06-2   | 2-etoxietanol                           | 110-80-5   | Bióxido de carbono              | 124-38-9  |
| 1,2 difenilhidracina                | 122-66-7   | 2-metilpiridina                         | 109-06-8   | Bis (2-cloro-1-metil etil) eter | 108-60-1  |
| 1,2,4- triclorobenceno              | 120-82-1   | 2-naftilamina                           | 91-59-8    | Bis (clorometil) eter           | 542-88-1  |
| 1,2,4-trimetilbenceno               | 95-63-6    | 2-nitropropano                          | 79-46-9    | Bis(2-cloroetil)eter            | 111-44-4  |
| 1,2-dibromo-3-cloropropano          | 96-12-8    | 3,3'-diclorobencidina                   | 91-94-1    | Bis(2-etilhexil)ftalato         | 117-81-7  |
| 1,2-dicloro-3-buteno                | 760-23-6   | 4,4'-metileno bis (N,N-dimetil) anilina | 101-61-1   | Boro                            | 7440-42-8 |
| 1,2-diclorobenceno                  | 95-50-1    | 4,4'-metileno bis(2-cloroanilina)       | 101-14-4   | Bromodiodorometano              | 75-27-4   |
| 1,2-dicloropropano                  | 78-87-5    | 4,6-dinitro-o-cresol                    | 534-52-1   | Bromoforno                      | 75-25-2   |
| 1,3 butadieno                       | 106-99-0   | 4-aminoazobenceno                       | 60-09-3    | Bromometano                     | 74-83-9   |
| 1,3-diclorobenceno                  | 541-73-1   | 4-aminobifenilo                         | 92-67-1    | Bromuro de vinilo               | 593-60-2  |
| 1,3-dicloropropeno                  | 542-75-6   | 4-nitrobifenil                          | 92-93-3    | Butil bencil ftalato            | 85-68-7   |
| 1,4 diclorobenceno                  | 106-46-7   | 4-nitrofenol                            | 100-02-7   | Captán                          | 133-06-2  |
| 1,4 dioxano                         | 123-91-1   | 4-nitrosomorfolina                      | 59-89-2    | Clordano                        | 57-74-9   |
| 1,4-dicloro-2-buteno                | 764-41-0   | Acilonitrilo                            | 107-13-1   | Clorobenceno                    | 108-90-7  |
| 1-bromo-2-cloroetano                | 107-04-0   | Acroleína                               | 107-02-8   | Clorodibromometano              | 124-48-1  |
| 1-cloro-4-nitrobenceno              | 100-00-5   | Aldrin                                  | 309-00-2   | Cloruro de vinilo               | 75-01-4   |
| 2,3,4,5-tetraclorofenol             | 4901-51-3  | Alfa-clorotolueno                       | 100-44-7   | Cloroformo                      | 67-66-3   |
| 2,3,4,6-tetraclorofenol             | 58-90-2    | Alfa-hexaclorociclohexano               | 319-84-6   | Clorometano                     | 74-87-3   |
| 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina | 1746-01-6  | Anilina                                 | 62-53-3    | Clorpirifos                     | 2921-88-2 |
| 2,3,7,8-tetracloro dibenzo furano   | 51207-31-9 | Aroclor 1016                            | 12674-11-2 | Cloruro de metileno             | 75-09-2   |
| 2,4 dinitrotolueno                  | 121-14-2   | Aroclor 1242                            | 53469-21-9 | Cloruro de vinilideno           | 75-35-4   |
| 2,4,5-triclorofenol                 | 95-95-4    | Aroclor 1260                            | 11096-82-5 | DDT                             | 50-29-3   |
| 2,4,6-triclorofenol                 | 88-06-2    | Asbesto                                 | 1332-21-4  | Diazinon                        | 333-41-5  |
| 2,4-D                               | 94-75-7    | Acenafeno                               | 83-32-9    | Dibromuro de etileno            | 106-93-4  |
| 2,4-diclorofenol                    | 120-83-2   | Acetaldehído                            | 75-07-0    | Dibutil ftalato                 | 84-74-2   |
| 2,4-dimetilfenol                    | 105-67-9   | Acetamida                               | 60-35-5    | Diclorodifluorometano           | 75-71-8   |

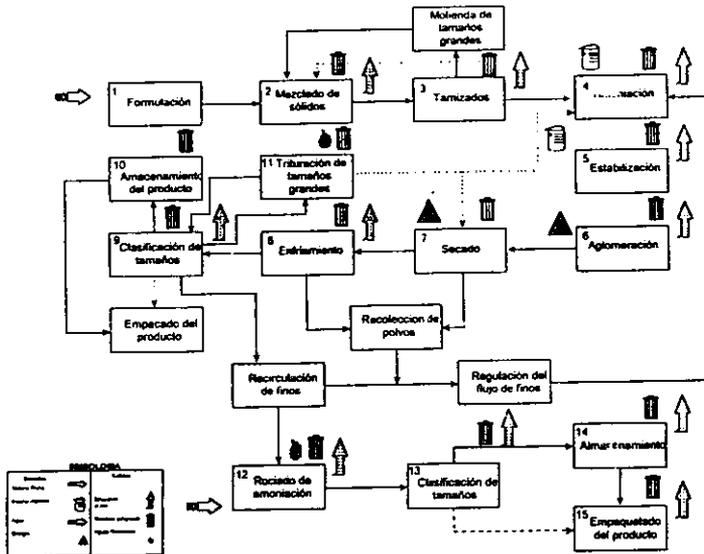
TABLA 18. LISTA DE SUSTANCIAS (continuación)

|                                     |            |                            |            |                                           |            |
|-------------------------------------|------------|----------------------------|------------|-------------------------------------------|------------|
| Dieldrin                            | 60-57-1    | Malation                   | 121-75-5   | Paration metílico                         | 298-90-3   |
| Dimetil fenol (mezcla de isómeros)  | 1300-71-0  | Manganeso                  | 7439-96-5  | Pentaclorodibenzo-p-dioxina               | 36088-22-9 |
| Dimetiltolueno (mezcla de isómeros) | 25321-14-6 | Metacrilato de metilo      | 80-62-6    | Pentaclorodibenzofurano                   | 30402-15-4 |
| Dioxido de cloro                    | 10049-04-4 | Metano                     | 74-82-8    | Pentacloroetano                           | 76-01-7    |
| Disulfuro de Carbono                | 75-15-0    | Metil mercurio             | 22967-92-6 | Pentaclorofenol                           | 87-86-5    |
| Endesulfán I                        | 959-98-8   | Metil-isobutil-cetona      | 108-10-1   | Piridina                                  | 110-86-1   |
| Endrin                              | 72-20-8    | Monóxido de carbono        | 630-08-0   | Quinoleína                                | 91-22-5    |
| Epiclorhidrina                      | 106-89-8   | nitrobenzeno               | 98-95-3    | Silvex                                    | 93-72-1    |
| Estireno                            | 100-42-5   | n-dodecano                 | 112-40-3   | Sulfuro de hidrógeno                      | 7783-06-4  |
| Etolanol                            | 64-17-5    | N-nitroso-di-n-propilamina | 621-64-7   | Tetracloruro de carbono                   | 56-23-5    |
| Etilbenzeno                         | 100-41-4   | N-nitrosodifenilamina      | 86-30-6    | Tetraóxido de Plomo                       | 78-00-2    |
| Etilen tiourea                      | 96-45-7    | N-nitrosodimetilamina      | 62-75-9    | Tetraóxido de Osmio                       | 20816-12-0 |
| Fenol                               | 988-95-2   | Naftaleno                  | 91-20-3    | Tiourea                                   | 62-56-6    |
| Formaldehído                        | 50-00-0    | O-anisidina                | 90-04-0    | Tiram                                     | 137-26-8   |
| Hepacloro                           | 76-44-8    | o-fenilfenol               | 90-43-7    | Toluen diisocianatos (mezcla de isómeros) | 26471-62-5 |
| Hexaclorobenceno                    | 118-74-1   | Octacloroestireno          | 29082-74-4 | Toxafeno                                  | 8001-35-2  |
| Hexaclorociclopentadieno            | 77-47-4    | Óxido de etileno           | 75-21-8    | Tri-butil-estaño                          | 688-73-3   |
| Hexacloroetano                      | 67-72-1    | Óxido de Tributilestaño    | 56-35-9    | Triclorofluorometano                      | 75-69-4    |
| Hidracina                           | 302-01-2   | Óxido nítrico              | 10024-97-2 | Trifuralin                                | 1582-09-8  |
| Lindano                             | 58-89-9    | Paration                   | 56-38-2    | Warfarina                                 | 81-81-2    |

| TABLA 19. LISTA DE CATEGORIAS QUIMICAS                                                                                                                              |                       |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Categoría                                                                                                                                                           |                       | Clave                   |
| <b>HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (HAP's)</b>                                                                                                                |                       | <b>CHP01</b>            |
| 7,12-dimetilbenzo [a]antraceno                                                                                                                                      | Benzo[e]pireno        | Dibenzo[a,j]acridina    |
| 7H-dibenzo [c,g]carbazol                                                                                                                                            | Benzo[g,h,i]perileno  | Dimetilnaftaleno        |
| Antraceno                                                                                                                                                           | Benzo[j]fluoranteno   | Fenantreno              |
| Benzo [a]antraceno                                                                                                                                                  | Benzo[k]fluoranteno   | Fluoranteno             |
| Benzo[a]fluoreno                                                                                                                                                    | Criseno               | Indeno[1,2,2-c,d]pireno |
| Benzo[a]pireno                                                                                                                                                      | Dibenzo[a,h]acridina  | Perileno                |
| Benzo[b]fluoranteno                                                                                                                                                 | Dibenzo[a,h]antraceno | Pircno                  |
| Benzo[b]fluoreno                                                                                                                                                    | Dibenzo[a,i]pireno    |                         |
| <b>NITRO-HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS</b>                                                                                                                  |                       | <b>CHP02</b>            |
| 1,6-dinitropireno                                                                                                                                                   | 1,8-dinitropireno     |                         |
| <b>COMPUESTOS DE ELEMENTOS METALICOS, METALOIDES Y NO METALICOS<sup>1</sup></b>                                                                                     |                       |                         |
| Arsénico (inorgánico)                                                                                                                                               |                       | <b>CCM 01</b>           |
| Berilio                                                                                                                                                             |                       | <b>CCM02</b>            |
| Cadmio (formas inorgánicas, respirable y soluble)                                                                                                                   |                       | <b>CCM 03</b>           |
| Cobalto (sales inorgánicas y solubles)                                                                                                                              |                       | <b>CCM 04</b>           |
| Cobre (sales inorgánicas)                                                                                                                                           |                       | <b>CCM 05</b>           |
| Cromo (+VI)                                                                                                                                                         |                       | <b>CCM 06</b>           |
| Mercurio (inorgánico y elemental)                                                                                                                                   |                       | <b>CCM 07</b>           |
| Níquel (inorgánico, respirable, soluble)                                                                                                                            |                       | <b>CCM 08</b>           |
| Plata (sales inorgánicas solubles)                                                                                                                                  |                       | <b>CCM 09</b>           |
| Plomo (en todas sus formas excepto la alquílica)                                                                                                                    |                       | <b>CCM 10</b>           |
| Selenio y compuestos                                                                                                                                                |                       | <b>CCM 11</b>           |
| Uranio                                                                                                                                                              |                       | <b>CCM 12</b>           |
| Zinc (inorgánico, respirable, soluble)                                                                                                                              |                       | <b>CCM 13</b>           |
| <b>COMPUESTOS DE CIANURO</b>                                                                                                                                        |                       | <b>COC01</b>            |
| Incluye compuestos con fórmula X <sup>-</sup> CN <sup>-</sup> donde X es H <sup>+</sup> u otro grupo que puede disociarse; por ejemplo: KCN o Ca(CN) <sub>2</sub> . |                       |                         |

<sup>1</sup> Incluye cualquier sustancia que contenga los elementos metálicos listados como parte de su estructura.

DIAGRAMA DE CONSUMO Y EMISIONES (Ejemplo) :



Este diagrama deberá coincidir con la siguiente tabla de Puntos de Consumo y Emisión:

| Punto de emisión | Nombre         | Entrada       |                   |      |         | Emisiones y transferencias |      |                   |  |
|------------------|----------------|---------------|-------------------|------|---------|----------------------------|------|-------------------|--|
|                  |                | Materia prima | Energía indirecta | Agua | Energía | Aire                       | Agua | Residuo peligroso |  |
| 1                | Formulación    | X             |                   |      |         |                            |      |                   |  |
| 2                | Mezclado       |               |                   |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 3                | Tamizado       |               |                   |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 4                | Amonización    |               | X                 |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 5                | Estabilización |               | X                 |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 6                | Aglomeración   |               |                   |      | X       | X                          |      | X                 |  |
| 7                | Secado         |               |                   |      | X       |                            |      | X                 |  |
| 8                | Enfriamiento   |               |                   |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 9                | Clasificación  |               |                   |      |         | X                          |      | X                 |  |
| 10               | Almacenamiento |               |                   |      |         |                            |      | X                 |  |
| 11               | Trituración    |               |                   |      |         |                            | X    | X                 |  |
| 12               | Rociado        |               |                   | X    |         | X                          | X    | X                 |  |
| 13               | Clasificación  |               |                   |      |         |                            |      | X                 |  |
| 14               | Almacenamiento |               |                   |      |         |                            |      | X                 |  |
| 15               | Empaque        |               |                   |      |         |                            |      | X                 |  |

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
 COLEGIO DE GEOGRAFIA