

***PROGRAMA PARA  
LA MINIMIZACIÓN  
Y MANEJO  
INTEGRAL DE LOS  
RESIDUOS  
INDUSTRIALES  
PELIGROSOS  
EN MÉXICO  
1996-2000***

**CONTENIDO**

# **CONTENIDO**

<b>Presentación y Síntesis .....</b>	<b>7</b>
<b>I. El sector industrial y la generación de residuos.....</b>	<b>13</b>
1. Panorama de la industria en México.....	13
2. Estructura actual del sector industrial.....	18
3. Operaciones unitarias y clasificación de residuos por su estado físico.....	19
4. Inventarios de generación de residuos industriales peligrosos y su distribución espacial.....	41
<b>II. El manejo actual de los residuos: condicionantes y consecuencias.....</b>	<b>49</b>
1. Condicionantes institucionales.....	49
2. Repercusiones ambientales.....	51
3. Documentación de algunas contingencias.....	56
4. Sitios contaminados y pasivos ambientales por residuos peligrosos.....	58
5. Contaminación cruzada y multimedios.....	61
6. Obstáculos a la minimización de residuos industriales.....	66
<b>III. Infraestructura y servicios disponibles.....</b>	<b>69</b>
1. Infraestructura, servicios y costos de manejo.....	69
<b>IV. Aspectos jurídico-normativos y cumplimiento de la Ley.....</b>	<b>75</b>
1. Marco regulatorio en materia de residuos industriales peligrosos.....	75
2. Gestión institucional vigente para la regulación de licencias y autorizaciones.....	80
3. Inspección y vigilancia y cumplimiento de la normatividad.....	82

<b>V. Contexto y compromisos internacionales</b> .....	<b>87</b>
1. Compromisos y obligaciones a nivel internacional.....	87
2. Movimiento transfronterizo .....	92
<b>VI. Orientaciones y principios</b> .....	<b>97</b>
<b>VII. Objetivos</b> .....	<b>103</b>
<b>VIII. Instrumentos</b> .....	<b>107</b>
1. Regulación directa de materiales y residuos peligrosos y riesgo .....	108
2. Evaluación de impacto ambiental .....	108
3. Estudios y riesgo.....	108
4. Normatividad.....	109
5. Información .....	109
6. Concertación y concurrencia .....	110
7. Instrumentos económicos.....	110
8. Inspección y vigilancia .....	111
<b>IX. Estrategias, proyectos y acciones</b> .....	<b>115</b>
1. Minimización de residuos en empresas industriales .....	115
2. Fortalecimiento del marco jurídico y normativo .....	119
3. Atención a zonas, ramas industriales y corrientes críticas .....	121
4. Cumplimiento de la ley y vigilancia eficiente.....	127
5. Modernización de la regulación directa .....	135
6. Desarrollo de sistemas de información y rastreo de residuos peligrosos.....	141
7. Promoción de inversiones en servicios de infraestructura .....	149
8. Capacitación y comunicación social .....	155
9. Cooperación internacional .....	159

## ***CUARTA DE FORROS***

La industria utiliza materias primas, energía, capital y trabajo humano para generar bienes socialmente deseables, pero también, sus procesos productivos arrojan al ambiente subproductos indeseables para los cuales, generalmente no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos están los residuos industriales peligrosos.

Este Programa pretende sentar las bases para que mediante el fortalecimiento del marco jurídico y normativo, la modernización de la regularización directa y la aplicación de procedimientos eficientes de vigilancia, se configure un marco regulatorio que propicie una gestión eficaz en materia de residuos industriales peligrosos, alentando con ello la creación de la infraestructura necesaria para su manejo adecuado.

Las políticas que se adopten para el manejo adecuado de los residuos industriales peligrosos deben conducir a su minimización en las fuentes de generación, mediante la inducción de procesos y tecnologías cada vez más limpias. También debe fomentarse la recuperación de materiales e insumos secundarios, en un contexto de eficiencia económica y ambiental, así como de conservación de los recursos naturales.

Nuestro país necesita atender en forma mucho más efectiva la reducción y el manejo de residuos industriales peligrosos, a fin de consolidar un modelo de desarrollo industrial sustentable que compatibilice las políticas de protección ambiental y de competitividad, en el que la industria continúe siendo un factor primordial en un desempeño exitoso de la economía nacional.

# PRESENTACIÓN Y SÍNTESIS

## ***PRESENTACIÓN Y SÍNTESIS***

El tema de los residuos industriales, su minimización y control, es algo crecientemente importante a la luz de las necesidades concurrentes de protección ambiental y competitividad. De hecho es un tema por excelencia de interfase entre política industrial y medio ambiente. Abordar la problemática de los residuos industriales peligrosos significa en el fondo examinar procesos, productos, tecnologías, insumos, diseño y administración de calidad en las empresas.

La industria utiliza materias primas para obtener productos finales con valores de mercado positivos, mediante procesos que básicamente separan, transforman y purifican los insumos. Durante los procesos industriales se presentan salidas intermedias en forma de residuos, que tienen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables (CRETI). Estos, se consideran incluidos en la clasificación de *residuos industriales peligrosos*.

En etapas incipientes del proceso de industrialización, el volumen de generación de residuos peligrosos es relativamente pequeño, y permite que éste sea asimilado dentro de las capacidades de carga de suelos, cuerpos de agua y drenajes urbanos. Sin embargo, al avanzar el proceso, el volumen desborda las capacidades biofísicas e institucionales de asimilación y manejo, transgrediendo ciertos umbrales críticos y provocando costos socio-ambientales excesivos.

Por una parte, la sustentabilidad del crecimiento industrial demanda que se respeten las capacidades de carga de los sistemas atmosféricos, hidrológicos y de suelos para transformar y asimilar residuos.

En paralelo, los objetivos de desarrollo de nuestro país implican necesariamente un sólido dinamismo del sector industrial que permita generar empleos modernos y absorber la mano de obra redundante del sector rural, para contribuir a combatir la pobreza y la desigualdad.

En este sentido, el propósito central del presente Programa es compatibilizar las estrategias de regulación y gestión en materia de manejo de residuos industriales peligrosos, con criterios de eficiencia y competitividad industrial.

El Programa parte de un análisis sobre el panorama de la industria en México y su estructura actual. En este punto se establece la importancia relativa que representa la aportación del sector industrial al Producto Interno Bruto Nacional. En particular se resalta el dinamismo del sector manufacturero y sus diferentes ramas, en especial las de alimentos, bebidas y tabaco; productos metálicos; maquinaria y equipo; y químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico.

Enseguida se describen las principales operaciones unitarias que utiliza la industria para procesar sus insumos, como un enfoque que permite entender la lógica de generación de residuos de manera integrada a los procesos industriales. Para cada operación, como puede ser la absorción, centrifugación, condensación, decapado, cristalización, etc., se determinan sus mecanismos básicos y los residuos que generan, clasificándolos en aguas de proceso, arenas, tierras, polvos, breas, cabezas, colas, carbón activado, catalizadores gastados, disolventes, efluentes tratados, envases y empaques, escorias, líquidos residuales, lodos de proceso, lodos de tratamiento, materiales de relleno contaminados, sólidos residuales, soluciones gastadas, lubricantes gastados, residuos de proceso.

La etapa inicial del diagnóstico la integran los inventarios de generación de residuos. A partir de información estadística y aprovechando los Manifiestos de Generación y Manejo de Residuos Peligrosos, se configura su distribución por región, tipo de residuo y rama industrial.

El diagnóstico contiene un análisis de las condiciones institucionales que hacen que el manejo de los residuos peligrosos en México sea sumamente limitado. Entre ellas se enumeran: una opinión pública desinformada, normatividad incompleta, inspección y vigilancia insuficientes, altos costos en la concertación entre la industria y las tres instancias de gobierno, falta de incentivos para la reducción y el manejo adecuado de residuos industriales, incertidumbre social y falta de información.

Como elemento de atención, se describen las repercusiones ambientales y el daño que los residuos industriales peligrosos pueden causar. En particular se remarcan los siguientes aspectos: impactos ecológicos en ecosistemas y recursos hídricos, riesgos de salud ambiental y por accidentes o contingencias. El estudio de estos efectos analiza algunos de los procesos naturales más relevantes en el movimiento de sustancias tóxicas y de residuos peligrosos en el ambiente, como son la lixiviación, absorción-desorción, volatilización y bioacumulación. Con la finalidad de documentar casos concretos de efectos producidos por la disposición o manejo inadecuado de residuos peligrosos, se incluye la relación de algunas contingencias específicas.

Las medidas que se señalan en el Programa están basadas también en la identificación de sitios afectados y con pasivos ambientales por residuos peligrosos. Para ello se definen tres grandes tipologías de sitios con alta concentración de residuos peligrosos acumulados sin los sistemas de control necesarios: sitios identificados de disposición inadecuada, áreas e instalaciones industriales potencialmente contaminadas y rellenos sanitarios ubicados en zonas de vulnerabilidad geohidrológica donde presumiblemente se han depositado residuos peligrosos.

El carácter comprensivo del diagnóstico se complementa con la inclusión de los efectos inducidos por la contaminación cruzada o multimedios, ya que resultan

claros los vasos comunicantes posibles que existen entre los procesos industriales y los diferentes ámbitos o medios ambientales (aire, agua y suelo). De ahí, la necesidad de prevenir consecuencias de contaminación cruzada y adoptar un enfoque multimedios en las políticas de prevención y tratamiento.

Asimismo, se incluye una revisión de la muy limitada infraestructura y servicios disponibles en la actualidad para el manejo de los residuos industriales peligrosos en México, asociados a la estructura de mercado y precios vigentes. Como punto de partida para el establecimiento de estrategias realistas, se revisan los obstáculos a la implantación de medidas de minimización de residuos industriales en las empresas, como son aspectos culturales y organizativos, inercias al cambio, una regulación inadecuada, limitaciones económicas y falta de información.

Finalmente, se presenta un análisis sobre los aspectos jurídicos-normativos que configuran el marco regulatorio vigente y los procedimientos que debe cumplir una empresa para obtener la autorización y operación para otorgar servicio de manejo de residuos peligrosos. De manera conjunta, se revisa el funcionamiento de los procedimientos de inspección y vigilancia industrial. Como elemento normativo complementario se documenta y destaca la necesidad de observar y cumplir los compromisos de cooperación internacional suscritos por nuestro país.

A partir de los elementos de diagnóstico citados y tomando en cuenta las tendencias compatibles con nuestra situación, pautas de desarrollo, avances tecnológicos y aspiraciones de protección ambiental, el Programa establece los siguientes objetivos básicos:

- Promover la minimización en la generación de los residuos industriales peligrosos y en los riesgos inherentes a su manejo, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez más 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.
- Asegurar el manejo adecuado de los residuos industriales peligrosos.
- 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 residuos con alto valor comercial en el mercado, como para materiales secundarios producto de tratamiento de aquellos.

Para alcanzar estos objetivos se cuenta con un conjunto de instrumentos que abarcan la Regulación Directa de Materiales y Residuos Peligrosos y Riesgo, la Evaluación de Impacto Ambiental, los Estudios de Riesgo, la Normatividad, los Mecanismos de Información y Concertación y Concurrencia, los Instrumentos Económicos y los Procedimientos de Inspección y Vigilancia.

Estos instrumentos se aplican para consolidar una serie de estrategias que a su vez desembocan en un conjunto de proyectos y acciones específicas, entre las que se destacan las siguientes:

- **Minimización de Residuos en Empresas Industriales.** Se plantea la opción de utilizar medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles la cantidad y peligrosidad de los subproductos que precisen un tratamiento o eliminación final. Se establece que la minimización debe ser una filosofía y una práctica de calidad ambiental total a través de la optimización de procesos, que trasciende las decisiones tradicionales *postproductivas* o *al final del tubo*, que sólo intentan resolver problemas una vez que éstos se han generado. Para este fin se señalan los aspectos que debe contemplar la industria para lograr consolidar esta estrategia, como son la planificación y organización para la minimización de residuos, la clasificación e identificación de corrientes prioritarias y la identificación de opciones de minimización. Se destaca la atención que debe otorgarse al fortalecimiento en la inspección y vigilancia para que la minimización se consolide como opción competitiva, la promoción y fomento de normas voluntarias y la difusión y cumplimiento generalizado de las normas ISO 14000.
- **Fortalecimiento del Marco Jurídico y Normativo.** Una estrategia total dentro del Programa es el fortalecimiento del marco jurídico y normativo, de tal manera que cubra los requisitos de protección ambiental y productividad, internalizando los costos ambientales en que incurra la industria. Es un hecho comprobado a nivel internacional, que no existe una contradicción entre cuidado al medio ambiente y desempeño industrial. Por el contrario, se puede establecer una relación directa entre eficiencia ambiental y competitividad. Se destaca la importancia que tiene la expedición de una nueva normatividad que cubra entre otros casos la disposición final de envases y recipientes que contuvieron residuos peligrosos, la obligatoriedad a la estabilización y neutralización antes de confinamiento y el que se impida que residuos en estado líquido sean confinados, el tratamiento térmico de todo tipo de residuos y procedimientos para reciclaje de solventes, remediación de suelos contaminados y manejo de sustancias químicas precursoras de residuos peligrosos prioritarios. Asimismo se plantea la necesidad de revisar algunas normas existentes y adecuar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos.
- **Atención a Zonas, Ramas Industriales y Corrientes Críticas.** Dada la evidente limitación de los recursos institucionales y económicos para atender los problemas derivados del manejo de residuos, se establece la necesidad de implantar criterios de racionalidad y de costo/efectividad. El imperativo de eficiencia resulta inescapable con el objeto de ampliar los alcances de política dada una cantidad limitada de oportunidades. En este sentido el Programa define líneas de prioridad en las políticas de manejo de residuos peligrosos. Estas se apegan a las características de análisis según ramas industriales, ti-

pos de residuos y regiones vulnerables. Conjugando estas dimensiones se está en posibilidad de identificar ciertas prioridades básicas, al reconocer los atributos de salud ambiental y contingencia y movilidad de los residuos producidos por las industrias prioritarias.

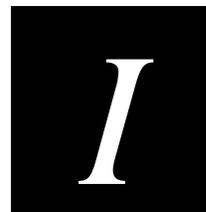
- **Vigilancia Eficiente.** Es un hecho que los esfuerzos normativos y regulatorios no tendrían los efectos deseados, si no se cuenta con sistemas de vigilancia eficiente para su cumplimiento. Es por ello que se plantea el reforzamiento del aparato y mecanismos de inspección y verificación, estableciendo programas que se deriven de los sistemas de información y rastreo de residuos peligrosos, y que se orienten a la atención a zonas, ramas industriales y corrientes críticas, atendiendo tanto a las empresas generadoras como a las manejadoras de residuos. Se establece el propósito de combinar la información y los esfuerzos del INE y la PROFEPA para jerarquizar y formular líneas de acción conjuntas.
- **Modernización de la Regulación Directa.** La modernización de la regulación ambiental directa se enuncia como una de las estrategias prioritarias propuestas por el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 y se recoge de manera destacada en el presente Programa. Tiene el propósito de optimizar los recursos institucionales y de información y reducir costos y cargas administrativas mediante procesos de licenciamiento integral que atiendan los efectos ambientales de la actividad industrial en los diferentes medios de manera conjunta. Se considera que la implementación de la licencia ambiental única dotará de un mecanismo que induzca una gestión ambiental multimedios y que genere información integral que alimente los Sistemas de Información Ambiental.
- **Desarrollo del Sistema de Información y Rastreo de Residuos Peligrosos.** Se constituye como un requisito de absoluta prioridad en la medida que los sistemas que se contemplan permitirán captar, almacenar y procesar la información necesaria para evaluar la generación, movimientos y disposición de los residuos peligrosos, definir las zonas, giros industriales y sustancias prioritarias y planear y dar seguimiento a las políticas en la materia. Como elementos fundamentales de esta estrategia se propone la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, el Inventario de Establecimientos Generadores y Sistemas de Rastreo de Residuos Peligrosos, el México-U.S.A. Hazardous Waste Tracking System (Haztracks), el Sistema Nacional de Rastreo, el Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura de Manejo de Residuos Peligrosos, el Sistema de Información para la Prevención de la Contaminación y el Sistema de Información y Comunicación sobre Residuos Peligrosos.
- **Promoción de Inversiones en Servicios de Infraestructura.** El Programa resalta la importancia de desarrollar la infraestructura y los bienes de capital requeridos para que los residuos puedan ser objeto de un manejo eficiente y ambientalmente seguro. Adicionalmente, se resalta el hecho de que el desarrollo de

infraestructura y servicios deben constituir un nuevo sector de la economía con una alta capacidad de ofrecer ingresos y empleos. Se establecen las variables que definen el dinamismo del mercado ambiental, las expectativas de inversión a futuro, los elementos de factibilidad económica para el desarrollo de mercados y los mecanismos de promoción y de proyectos.

- **Capacitación y Comunicación Social.** El reto que significa el establecimiento de un sistema eficiente y dinámico para la minimización y manejo integral de los residuos industriales peligrosos en México, debe ser enfrentado por la sociedad en su conjunto. Para tal fin, se determina implementar mecanismos claros de comunicación social, que aunados a programas de capacitación, informen sobre las causas, consecuencias y métodos de manejo de los residuos. Debe propiciarse un cambio de actitud en la opinión pública, desechando prejuicios sobre las instalaciones que manejan y procesan residuos industriales. Esta estrategia debe concretarse a través de convenios con universidades para programas de licenciatura, postgrado, extensión y acreditación, sistemas de comunicación social y seminarios y talleres académicos en los sectores privado y público.
- **Cooperación Internacional.** La preocupación por el deterioro del medio ambiente es compartida por diversos países en la medida en que la contaminación de los espacios transfronterizos y el agotamiento de los recursos comunes como la atmósfera y los mares afecta a la salud, el bienestar y las perspectivas del desarrollo. El Programa destaca la importancia de dar atención a la cooperación bilateral y multilateral de México para aprovechar los espacios que la promoción de iniciativas compartidas pueden significar para consolidar nuestra posición en el plano internacional. Las acciones básicas que se plantean consisten en el seguimiento al Convenio de Basilea, al Grupo de Trabajo sobre Residuos Peligrosos del Acuerdo de la Paz y a los compromisos con la OCDE.

Debe decirse que el Programa pretende reflejar la certeza de que nuestro país se enfrenta a los imperativos y oportunidades de una nueva etapa de desarrollo, que con criterios de sustentabilidad pueden conducirlo a altos niveles de participación en los mercados internacionales. En este sentido, los mecanismos que se establezcan para el manejo adecuado de los residuos industriales peligrosos, deben verse no como medidas de mitigación de un efecto destructivo e ineludible, sino como un medio para convertir un problema en un campo de desarrollo de oportunidades de integración de cadenas productivas, de generación de riqueza y de impulso a la competitividad industrial, cumpliendo con las aspiraciones más altas de protección ambiental.

EL SECTOR  
INDUSTRIAL  
Y LA GENERACIÓN  
DE RESIDUOS



# ***I. EL SECTOR INDUSTRIAL Y LA GENERACIÓN DE RESIDUOS***

## **1. Panorama de la industria en México**

La industria reviste una enorme importancia para México. Ha sido en gran medida la impulsora de la urbanización del país, ha favorecido el surgimiento de un sector de servicios que ha consolidado a las metrópolis y ciudades medias, y en la actualidad representa uno de los principales elementos dinamizadores del desarrollo. No obstante, ello le exige superar sus límites y responder a los nuevos retos que le plantea la apertura externa y el nuevo contexto internacional, así como las demandas de la sociedad por un ambiente y una economía sanos, capaces de sostener niveles de bienestar creciente.

La industria utiliza materias primas, energía, capital y trabajo humano para generar bienes socialmente deseables, pero también, sus procesos productivos arrojan al ambiente subproductos indeseables para los cuales, generalmente, no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos están las emisiones de contaminantes a la atmósfera, las descargas de aguas residuales y los residuos peligrosos y no peligrosos.

En etapas incipientes del proceso de industrialización, el volumen de generación de residuos peligrosos es relativamente pequeño y permite que éste sea asimilado dentro de las capacidades de cargas de suelos, cuerpos de agua y drenajes urbanos. Sin embargo, al avanzar el proceso, el volumen desborda las capacidades biofísicas de asimilación y manejo, convirtiéndose en un reto enorme de gestión industrial y de política ambiental.

En México, se sabe que hasta 1970 prácticamente no se aplicó ningún criterio ambiental para el desarrollo industrial, aunque había indicios de impactos crecientes, particularmente en términos de contaminación atmosférica y la generación de desechos. Se estima que entre 1950 y 1960 estos efectos se incrementaron conforme la industria fue recomponiéndose, aumentando la presencia de ciertas ramas y tecnologías más contaminantes. Adicionalmente, las afectaciones ambientales derivadas de la industria eran asumidas como efectos locales y eran percibidas a una escala que, se pensaba, no ameritaba una preocupación mayor. En cuanto al uso de recursos naturales, predominaba la idea de su explotación como fuente inagotable y, por tanto, sin necesidad de imponerle restricciones.

La política de precios bajos de la energía propició su uso intensivo y dispendioso y un crecimiento de la demanda energética más acelerado que el del valor y volumen del

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

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

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

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

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

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

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

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

La nueva dinámica industrial orientada por la apertura económica, por ejemplo, está contribuyendo a modificar el actual patrón de localización territorial de la población. El crecimiento en las áreas metropolitanas sigue siendo importante, pero el crecimiento de los asentamientos humanos asociados al establecimiento de empresas en las ciudades fronterizas, el centro del país y en puntos de las zonas costeras, es una tendencia que cambiará a largo plazo la distribución es-

pacial, económica y demográfica del país. En términos proporcionales aún no se perciben del todo los efectos de estas dinámicas, pero en algunas zonas, por ejemplo, en el Valle de México, la desconcentración ya parece ser un hecho.

## 2. Estructura actual del sector industrial

El producto interno bruto (PIB) en el año de 1994, fue de 1,352.48 miles de millones de pesos, del cual la industria de la manufactura aportó el 18.5% como se indica en el cuadro 1.1. Este porcentaje de participación fue rebasado únicamente por el sector de Comercio, Restaurantes y Hoteles, con el 20.7%; y por el de Servicios Comunales, Sociales y Personales, con el 19.3%.

**Cuadro 1.1**  
**Porcentaje de aportación al PIB por sector económico en 1994**

Sector económico	PIB anual 1994 (miles de millones de pesos)	Porcentaje
I. Agropecuario, silvícola y pesca	101.39	7.5
II. Minero	21.34	1.6
<b>III. Industria manufacturera</b>	<b>250.54</b>	<b>18.5</b>
IV. Construcción	66.75	4.9
V. Eléctrico, gas y agua	18.74	1.4
VI. Comercio, restaurantes y hoteles	280.23	20.7
VII. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	127.16	9.4
VIII. Financiero, seguros e inmuebles	185.12	13.7
IX. Servicios comunales, sociales y personales	261.36	19.3
X. Servicios bancarios imputados	39.84	3.0
<b>Total</b>	<b>1,352.48</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cálculo preliminar 1994, INEGI.

Dentro de la contribución al PIB de la industria manufacturera, las ramas de actividad más importantes en cuanto a su participación económica, resultaron ser la de alimentos, bebidas y tabaco con el 25.7%, seguida de la correspondiente a los productos metálicos, maquinaria y equipo con el 24.0% y finalmente la rama de los químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico con el 18.0%, como se indica en el cuadro 1.2.

**Cuadro 1.2**  
**Contribucion al PIB de la industria manufacturera por rama de actividad (1994)**

	<b>Industria manufacturera</b>	<b>PIB (miles de millones de pesos)</b>	<b>Porcentaje por giro</b>
DI	Alimentos, bebidas y tabaco.	64.31	25.7
DII	Textiles, vestido y cuero.	21.57	8.6
DIII	Madera y sus productos.	7.40	3.0
DIV	Imprenta y editoriales	12.63	5.0
DV	Químicos, derivados del petróleo, caucho y plástico.	45.14	18.0
DVI	Minerales no metálicos excepto derivados del petróleo.	17.81	7.1
DVII	Industrias metálicas básicas.	15.42	6.2
DVIII	Productos metálicos, maquinaria y equipo.	60.23	24.0
DIX	Otras industrias manufactureras.	6.03	2.4
	<b>Total</b>	<b>250.54</b>	<b>100.0</b>

Datos tomados del Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cálculo Preliminar 1994, INEGI. (Los valores del PIB de 1994, se obtuvieron a partir de las cifras anualizadas a precios de 1980).

### 3. Operaciones y procesos unitarios y clasificación de residuos por su estado físico

La industria comprende múltiples actividades propias de cada rama particular y debe entenderse como un sistema complejo de procesos, que al operar utiliza innumerables materia primas y genera, en consecuencia, una gran variedad de residuos.

Como ya se mencionó, durante los procesos industriales se tienen salidas intermedias en forma de residuos antes de obtener un producto final con valor de mercado positivo. Las fuentes principales de estos residuos están en los procesos de separación, transformación y purificación que deben aplicarse a las corrientes de materiales.

Cualquier proceso de transformación, separación o purificación puede ser dividido en lo que la ingeniería denomina *operaciones unitarias*; muchas de ellas han sido estudiadas extensamente y están claramente definidas y descritas en la literatura técnica. Tales operaciones unitarias se insertan en diferentes procesos industriales manteniendo sus principios básicos, aunque varíe en cada proceso su dinámica y la corriente de materiales. La caracterización de las operaciones unitarias permite entender la lógica de generación de residuos de manera integrada a los procesos industriales. A continuación se listan las principales operaciones y procesos unitarios y se describe el tipo de residuo que generan.

- **Absorción**

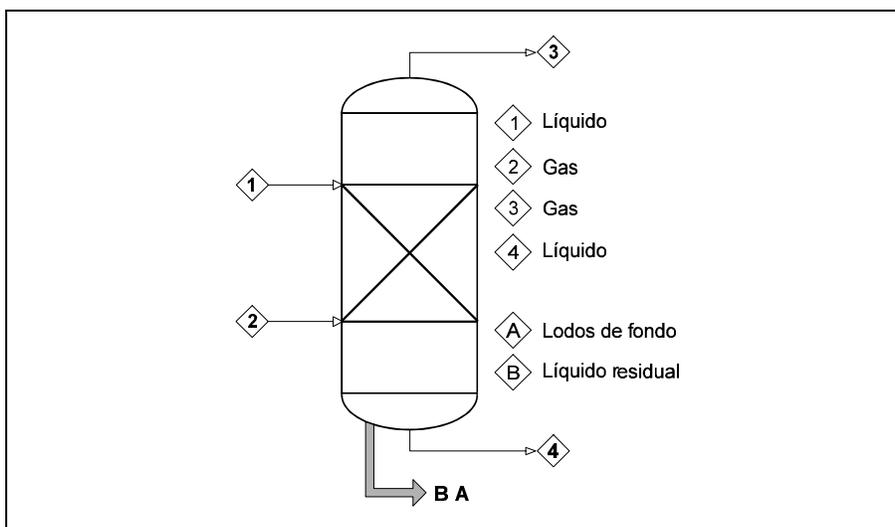
Es una operación unitaria ampliamente utilizada en la industria química para la purificación de corrientes gaseosas. En la absorción, uno o varios de los gases presentes en una corriente gaseosa se disuelven en un líquido llamado absorbente. En la operación inversa, un gas disuelto en un líquido se remueve de éste poniendo la corriente en contacto con un gas inerte. Esta operación se llama *desorción*.

Los equipos más empleados son torres cilíndricas, que pueden ser:

- de relleno o empacadas
- de etapas

Las torres de relleno son columnas cilíndricas verticales, las cuales están rellenas con pequeñas piezas llamadas *empaques*. Estas piezas sirven para aumentar el área de contacto entre la fase gaseosa y la líquida, lo cual facilita la absorción.

**Figura 1.1**  
**Absorción**



Las torres de etapas son columnas cilíndricas que contienen en su interior una serie de platos perforados o con campanas de burbujeo que permiten el contacto íntimo de las fases líquida y gaseosa.

Los residuos que se generan en esta operación unitaria, son lodos que se sedimentan en el fondo de las torres al paso del tiempo, al igual que líquidos con componentes absorbidos (Ver figura 1.1).

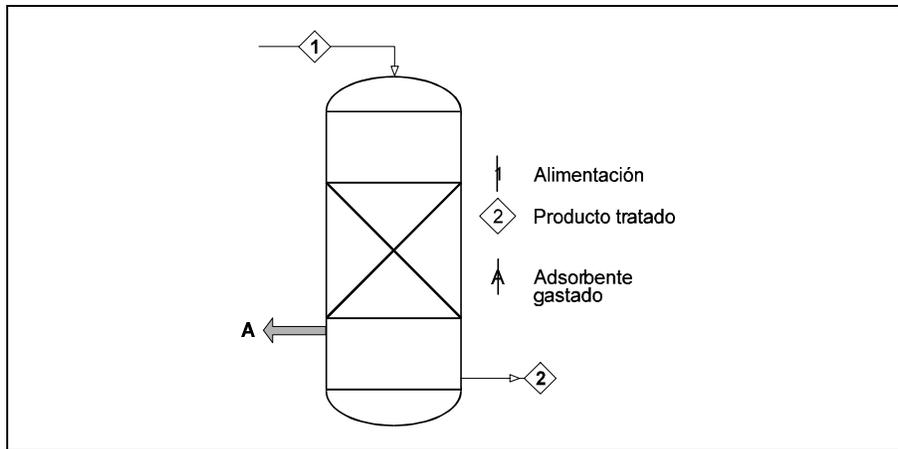
- **Adsorción**

Es una operación de transferencia de masa. Comprende el contacto de líquidos o gases con sólidos donde hay una separación de componentes de una mezcla líquida o gaseosa por adherencia a la superficie del sólido. Es decir, se explota la capacidad especial de ciertos sólidos para hacer que sustancias específicas de una solución se concentren en su superficie.

Los equipos empleados en operaciones continuas son las torres empacadas o con lecho fijo, en donde ocurre el contacto de la mezcla de líquidos con el adsorbente en el lecho, a través de mallas que impiden el paso de partículas del sólido adsorbente.

Los residuos en esta operación se encuentran generalmente en el fondo de los tanques como lodos de adsorbente gastado y contaminado (Ver figura 1.2).

**Figura 1.2**  
**Adsorción**

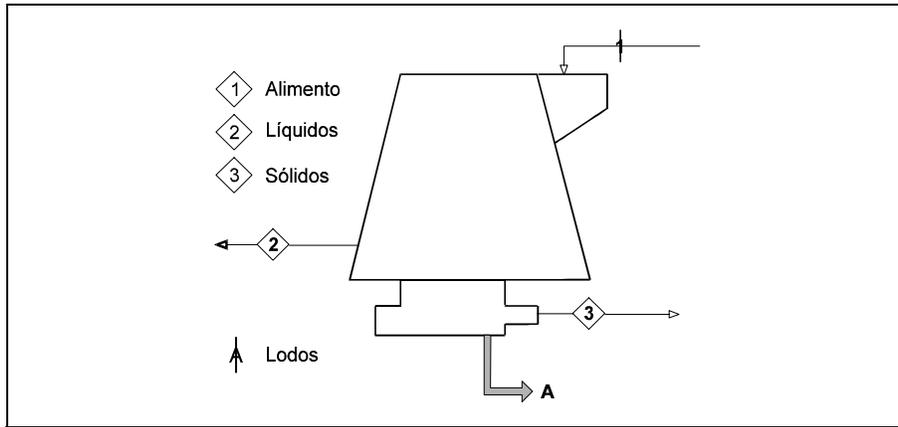


- **Centrifugación**

La centrifugación es la operación por la cual se utiliza la fuerza centrífuga para separar los líquidos de los sólidos. Esencialmente se trata de una filtración por gravedad en donde la fuerza que actúa sobre el líquido se incrementa enormemente utilizando la fuerza centrífuga. También puede aplicarse para efectuar la separación de líquidos inmiscibles.

La operación se efectúa en equipos llamados *centrifugas*, las cuales por ser muy semejantes a los filtros, generan los mismos residuos que, dependiendo del constituyente deseado, pueden ser sólidos o líquidos residuales (Ver figura 1.3).

**Figura 1.3**  
**Centrifugación**

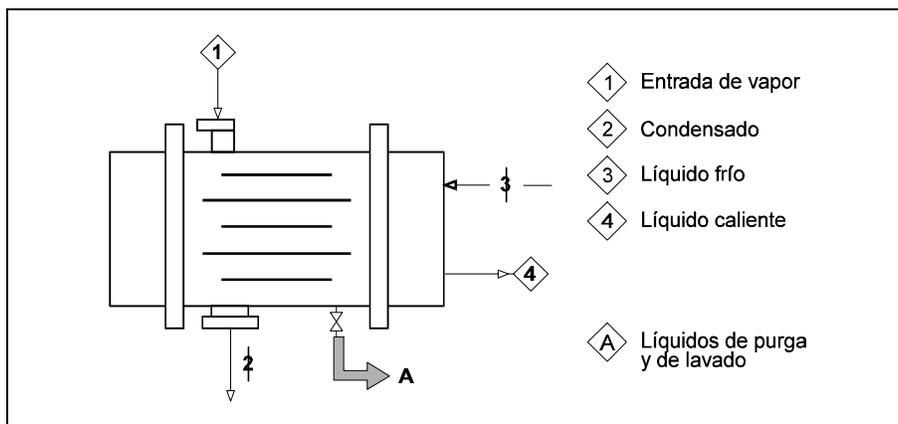


• **Condensación**

La condensación es la operación por la cual se hace pasar una sustancia en forma de vapor, al estado líquido por medio de la transferencia de calor.

La operación se realiza en equipos de forma cilíndrica o cónica, llamados condensadores, que son simples cambiadores de calor, por los cuales fluyen otras sustancias con menor temperatura que absorberán energía del fluido caliente. Los residuos se pueden generar de las purgas de los cambiadores de calor y de la limpieza de éstos, dando como resultado líquidos residuales (Ver figura 1.4).

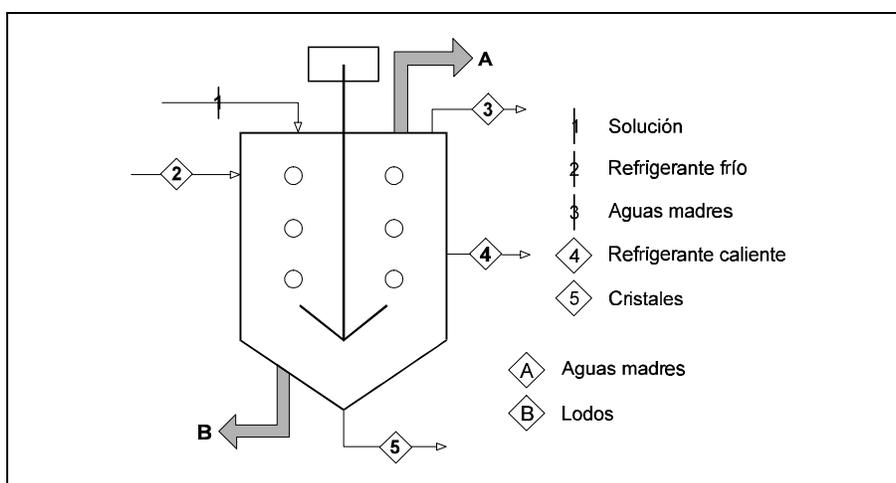
**Figura 1.4**  
**Condensación**



- **Cristalización**

La cristalización es una operación que consiste en obtener sólidos en forma cristalina a partir de una solución líquida saturada. El amplio uso de los materiales en forma de cristales está basado en el hecho de que un cristal que se ha formado a partir de una solución es puro en sí mismo, lo que es la base de un método práctico de obtención de sustancias químicas puras, las cuales, además se pueden almacenar y empacar de manera satisfactoria.

**Figura 1.5**  
**Cristalización**

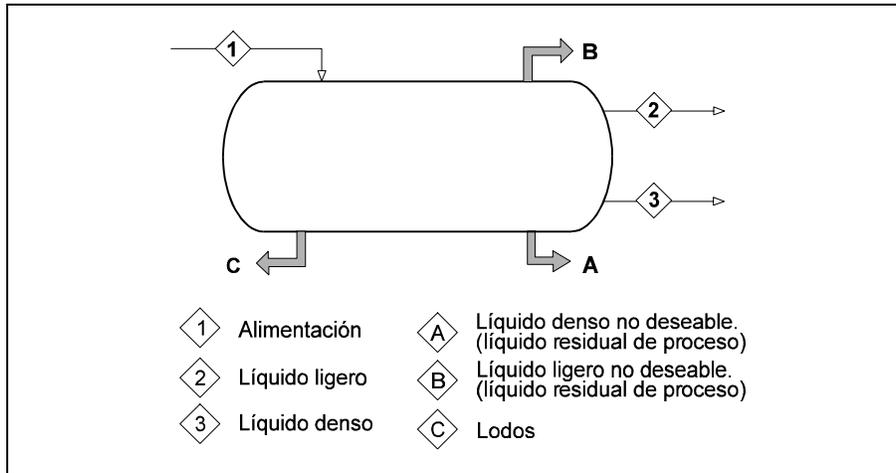


Los aparatos usados en esta operación se llaman cristalizadores. El principal objetivo de un cristalizador es, primero, crear una solución sobresaturada, y luego fomentar la creación y el crecimiento de los cristales. Las aguas madres del proceso y los líquidos residuales originados durante la limpieza de los equipos son los residuos que se generan de esta operación unitaria (Ver figura 1.5).

- **Decantación**

La decantación es una operación para separar líquidos de diferentes densidades, el proceso se lleva a cabo cuando los líquidos a separar reposan un lapso de tiempo para que se formen las dos fases; cuando se logra esto se abren las válvulas del decantador para separar el líquido más denso y el ligero. Los residuos se generan cuando se da mantenimiento al equipo, así como cuando uno de los dos líquidos se desecha por no ser primordial en el proceso junto con sólidos suspendidos que sedimentan como lodos en el fondo del equipo al paso del tiempo (Ver figura 1.6).

**Figura 1.6**  
**Decantación**



- **Decapado**

El decapado es la operación que tiene por objeto eliminar la capa incrustante de óxidos u otros materiales de las superficies metálicas. Consiste en la incandescencia e inmersión en un baño de ácido sulfúrico diluido de las materias a tratar, seguida de un baño de vapor, otro de ácido sulfúrico y por último de otro baño de agua para llegar a un secado.

Los residuos generados en esta operación unitaria son los líquidos residuales que contienen ácido sulfúrico y otras sustancias, sólidos disueltos así como lodos del proceso (Ver figura 1.7).

- **Destilación**

La destilación es un proceso de separación que consiste en eliminar uno o más de los componentes de una mezcla volátil por medio de la transferencia simultánea de calor y masa. Para llevar a cabo la operación se aprovecha la diferencia de volatilidad de los constituyentes de la mezcla, separando o fraccionando éstos en función de su temperatura de ebullición. Se usa para concentrar mezclas alcohólicas y separar aceites esenciales así como componentes de mezclas líquidas que se deseen purificar.

En la industria actual hay cuatro tipos de destilación: destilación por arrastre de vapor, destilación diferencial, destilación instantánea o flash y la destilación fraccionada.

En la destilación por arrastre de vapor se emplea vapor vivo para provocar el arrastre de la sustancia volátil que se desea concentrar, esta sustancia debe ser insoluble en el agua. Por este medio se abate la temperatura de ebullición y así, aquellos compuestos que pudieran descomponerse si se los llevara a su temperatura de ebullición, se logran separar con éxito. Se usa principalmente para obtener esencias aromáticas.

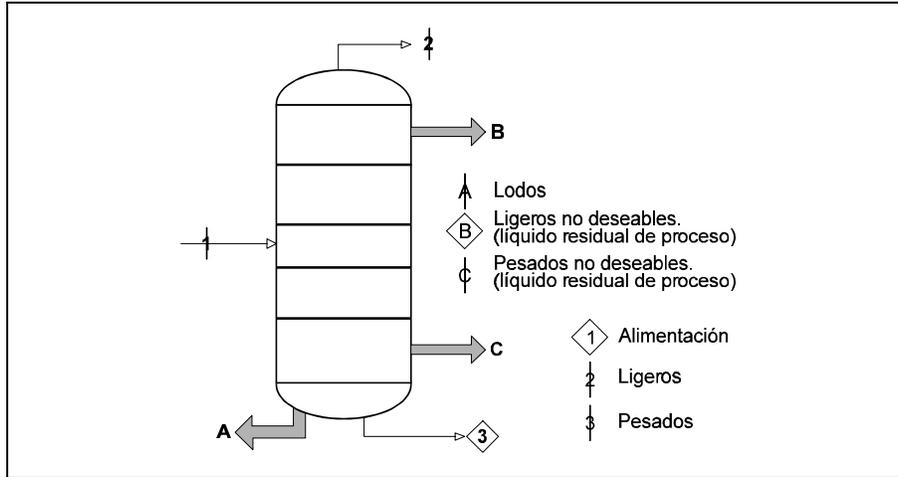
En la destilación diferencial la mezcla se hace hervir y el vapor generado se separa del líquido, condensándolo tan rápidamente como se genera. Los aparatos usados para este fin reciben el nombre de alambiques.

La destilación instantánea (flash), implica la evaporación de una fracción del líquido, generalmente por calentamiento a alta presión, manteniendo al vapor y al líquido el tiempo necesario para que el vapor alcance el equilibrio con el líquido, separando ambos finalmente.

La destilación fraccionada es el método más empleado actualmente para separar los componentes de una mezcla líquida. Incluye el retorno de una parte del vapor condensado al equipo, de tal manera que el líquido que se regresa entra en contacto íntimo a contracorriente con los vapores que se dirigen al condensador. También es llamada rectificación. Este tipo de destilación es continua y permite manipular grandes cantidades de materiales y el reflujo hace posible alcanzar purzas elevadas en los productos destilados.

Los equipos empleados en este tipo de destilación son torres o cilindros metálicos por los que pasan los vapores y los líquidos generados. Dentro de estas columnas se encuentran platos con perforaciones o empaques de cerámica para un mayor contacto líquido-vapor.

**Figura 1.8**  
**Destilación**

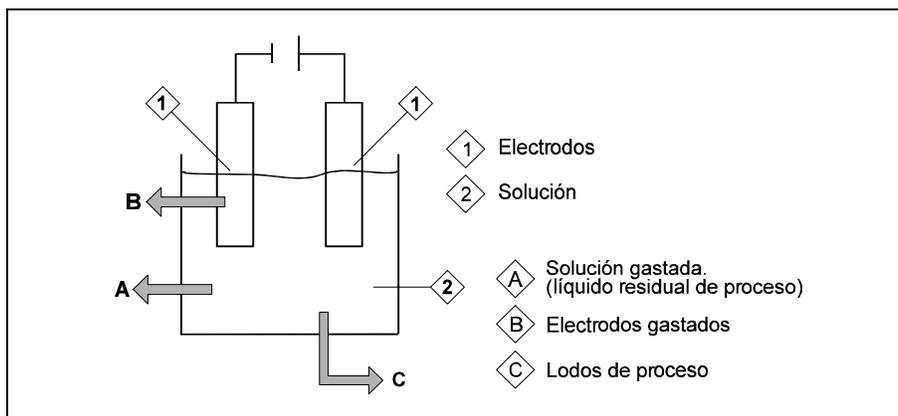


Los residuos en esta operación se localizan como sedimentos o lodos y en algunos casos breas en el fondo de las torres o tanques de destilación, como cabezas líquidas o gaseosas en lo alto de las torres y como colas líquidas en la parte baja de ésta (Ver figura 1.8).

• **Electrodeposición**

Esta operación se utiliza para concentrar los iones metálicos de una solución de manera sencilla. Se emplea un potencial suficientemente catódico para ocasionar

**Figura 1.9**  
**Electrodeposición**



la reducción de todos los metales de interés. Entonces se deja que la corriente fluya durante un tiempo prolongado, con agitación, para asegurar que el proceso sea cuantitativamente completo. Esto constituye un procedimiento exhaustivo, descrito a veces como estequiométrico. Se requiere un cátodo relativamente grande, ya que de otro modo el tiempo de electrólisis sería excesivo.

Es ampliamente usado en la industria metalmeccánica para recubrir metales (cromado, galvanizado etc.) Los residuos generados en esta operación unitaria son las soluciones gastadas, los lodos que se sedimentan en las cubas de reacción electrolítica y los electrodos gastados (Ver figura 1.9).

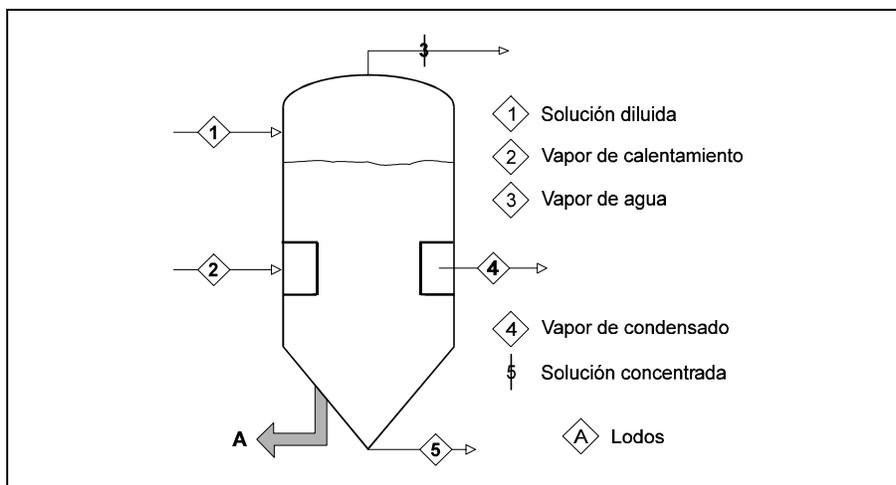
### • **Evaporación**

En esta operación es necesario dar calor a la disolución para que llegue a su temperatura de ebullición, y proporcionar el calor suficiente para que se evapore la disolución. Como medio de calentamiento se puede utilizar el vapor de agua, aunque también pueden utilizarse gases de combustión. En la evaporación, la disolución concentrada es el producto final deseado.

En la mayor parte de los evaporadores, el vapor pasa por el interior de tubos metálicos, mientras que la disolución pasa por el lado de coraza sin que se mezclen las dos corrientes.

Los posibles residuos generados en esta operación unitaria, están localizados en las purgas de limpieza y en líquidos residuales al momento de limpiarlos (Ver figura 1.10).

**Figura 1.10**  
**Evaporación**



- **Extracción**

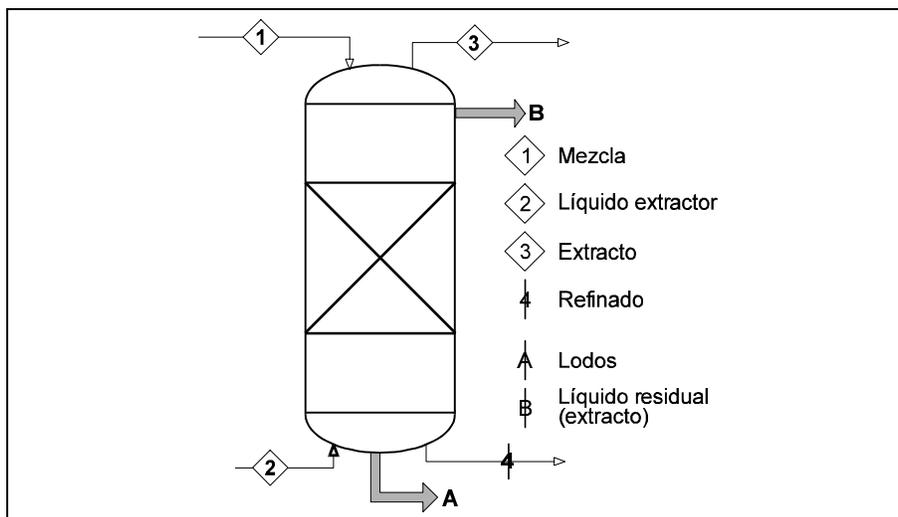
Hay dos tipos de extracción: la extracción líquido-sólido y la extracción líquido-líquido, las dos son muy usadas en casi todas las industrias.

La extracción sólido-líquido consiste en tratar un sólido que está formado por dos o más sustancias con disolvente que disuelve preferentemente uno de los dos sólidos, que recibe el nombre de soluto. La operación recibe también el nombre de lixiviación, nombre más empleado al disolver y extraer sustancias inorgánicas en la industria minera. Otro nombre empleado es el de percolación, en este caso, la extracción se hace con disolvente caliente o a su punto de ebullición. La extracción sólido-líquido puede ser una operación a régimen permanente o intermitente, según los volúmenes que se manejen.

Se emplea para extraer minerales solubles en la industria minera, también en la industria alimentaria, farmacéutica y en la industria de esencias y perfumes. Los equipos utilizados reciben el nombre de extractores, lixivadores, o percoladores. El equipo más sencillo consiste en un tanque agitador y luego un sedimentador. En el caso general, se agrega disolvente en exceso para evitar que la solución se sature y no pueda extraerse más soluto.

Los residuos en esta operación son los lodos acumulados en el fondo del extractor que contienen sólidos y disolventes.

**Figura 1.11**  
**Extracción**



La extracción líquido-líquido es una operación unitaria que consiste en poner una mezcla líquida en contacto con un segundo líquido miscible, que selectivamente extrae uno o más de los componentes de la mezcla. Se emplea en la refinación de aceites lubricantes y de disolventes, en la extracción de productos que contienen azufre y en la obtención de ceras parafínicas.

El líquido que se emplea para extraer parte de la mezcla debe ser insoluble para los componente primordiales. Después de poner en contacto el disolvente y la mezcla se obtienen dos fases líquidas que reciben los nombres de extracto y refinado.

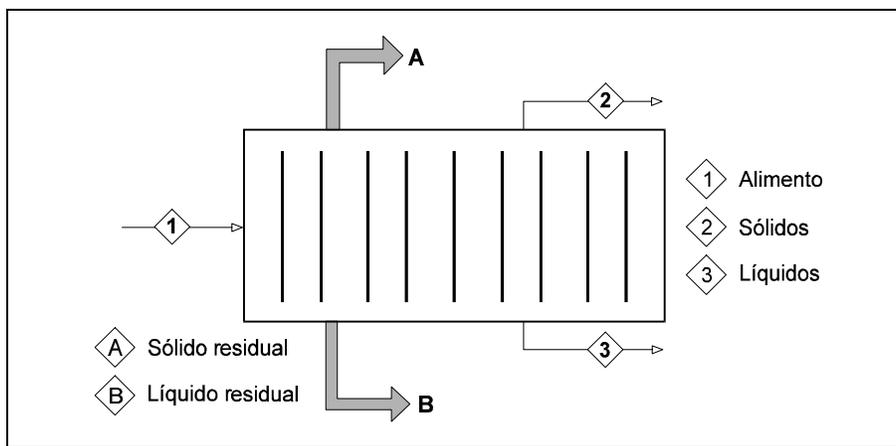
Los lodos y líquidos residuales acumulados en el fondo del decantador o de la torre son los residuos del proceso (Ver figura 1.11).

- **Filtración**

Definimos filtración como la separación de sólidos de un líquido y se efectúa haciendo pasar el líquido a través de un medio poroso. Los sólidos quedan detenidos en la superficie del medio filtrante en forma de torta. El medio filtrante deberá seleccionarse en primer término por su capacidad para retener los sólidos sin obstrucción y sin derrame de partículas al iniciar la filtración.

Los residuos generados por esta operación unitaria dependen del producto deseado; así, se generan sólidos o líquidos residuales. (Ver figura 1.12).

**Figura 1.12**  
**Filtración**

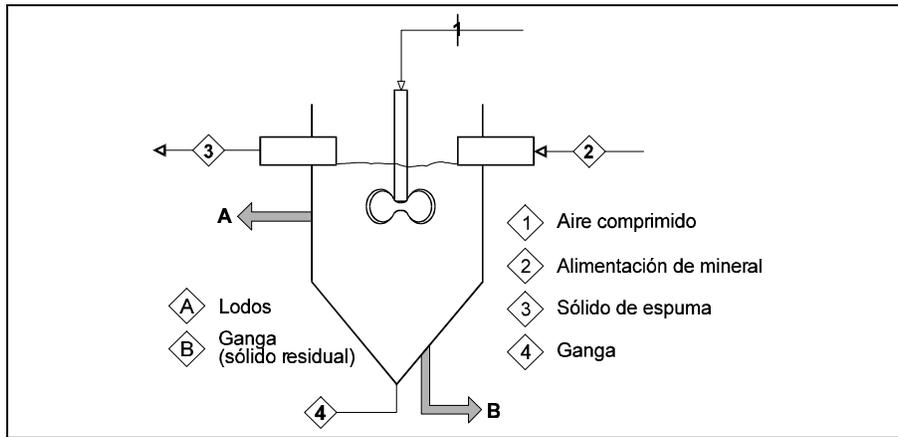


- **Flotación**

Es un medio muy importante para la concentración de los minerales, particularmente sulfuros. Una suspensión en agua del mineral molido se va agitando en tanto se hace pasar aire a través de la mezcla. Se pueden agregar algunas sustancias químicas de tal manera que se formen espumas o burbujas. Las partículas del mineral que se desea, quedan unidas a las burbujas de aire, flotando posteriormente con la espuma la cual se separa en la superficie. Al mismo tiempo, la ganga se sedimenta en el fondo del tanque.

Los residuos se encuentran en la ganga, pues ésta lleva sólidos residuales, surfactantes, aceite y otros productos químicos (Ver figura 1.13).

**Figura 1.13**  
**Flotación**

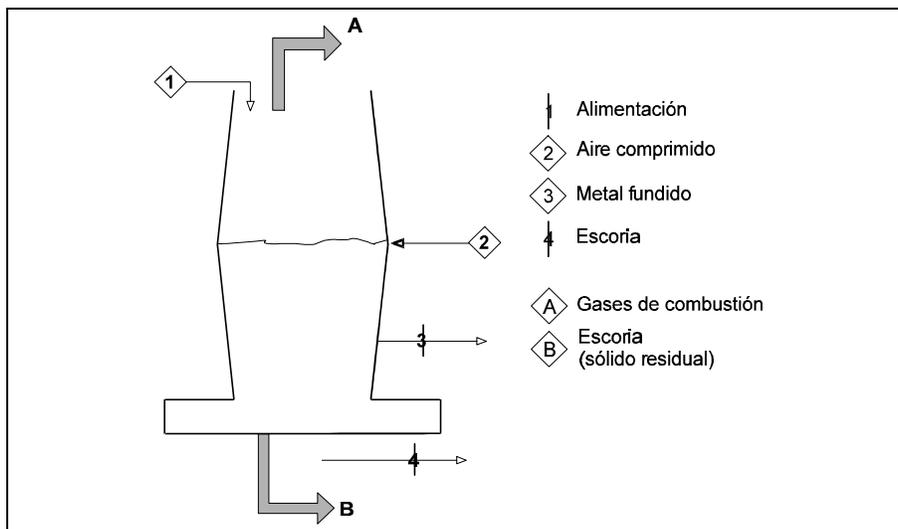


- **Fundición**

La fundición es el proceso de fusión en el cual los materiales que se forman conforme se suceden las reacciones químicas, se separan en dos o más capas. La fundición con frecuencia lleva implícita una etapa previa de tostación en el mismo horno. Dos de las capas más importantes que se forman en la fundición son el metal fundido y el material de desecho. El primero puede estar formado casi en su totalidad por un único metal o puede ser una disolución de dos o más metales.

Los residuos generados por esta operación son las escorias que se descargan por la parte inferior del horno y las arenas y tierras de moldeo, así como los polvos de los separadores electrostáticos. Los gases tienen alto contenido de CO, CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>. La escoria contiene otros minerales, así como carbón, caliza, etc. (Ver figura 1.14).

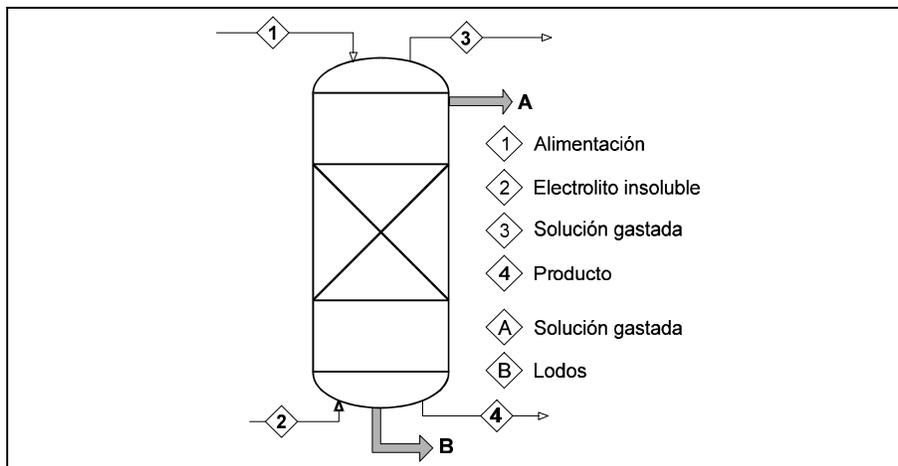
Figura 1.14  
Fundición



• **Intercambio Iónico**

Las operaciones de intercambio iónico son básicamente reacciones químicas de sustitución entre un electrolito en solución y un electrolito insoluble con el cual se pone en contacto la solución.

Figura 1.15  
Intercambio iónico



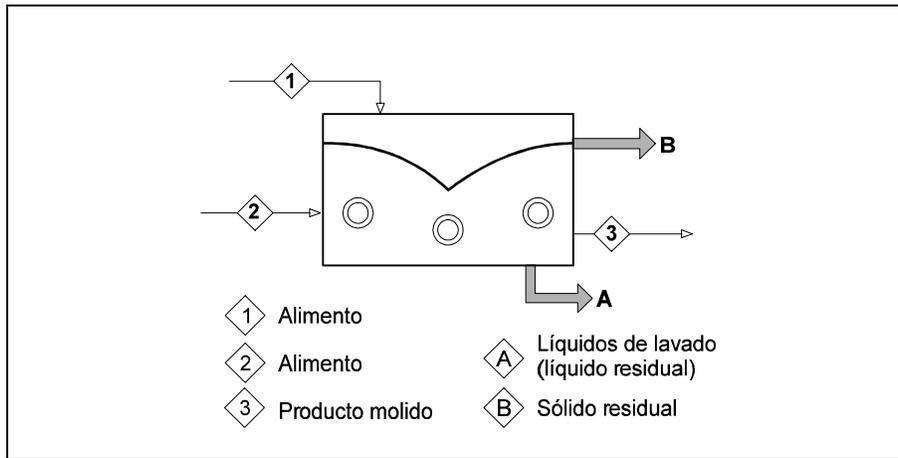
El mecanismo de estas reacciones y las técnicas utilizadas para lograrlas son tan parecidos a los de adsorción que, para la mayoría de los fines, el intercambio iónico puede considerarse simplemente como un caso especial de la adsorción. El residuo principal son las soluciones agotadas y lodos que se sedimentan (Ver figura 1.15).

- **Molienda**

Los términos trituración y molienda normalmente están asociados con el significado de subdividir, en mayor o menor cuantía, pero ninguno de los dos términos se utiliza sólo con un significado preciso, aunque, en general, moler significa una mayor subdivisión.

Los residuos generados son los mismos sólidos que se esparcen por algún motivo en el lugar donde se lleve a cabo esta operación. Así también, en el momento de su limpieza se generan lodos por el lavado de los equipos (Ver figura 1.16).

**Figura 1.16**  
**Molienda**



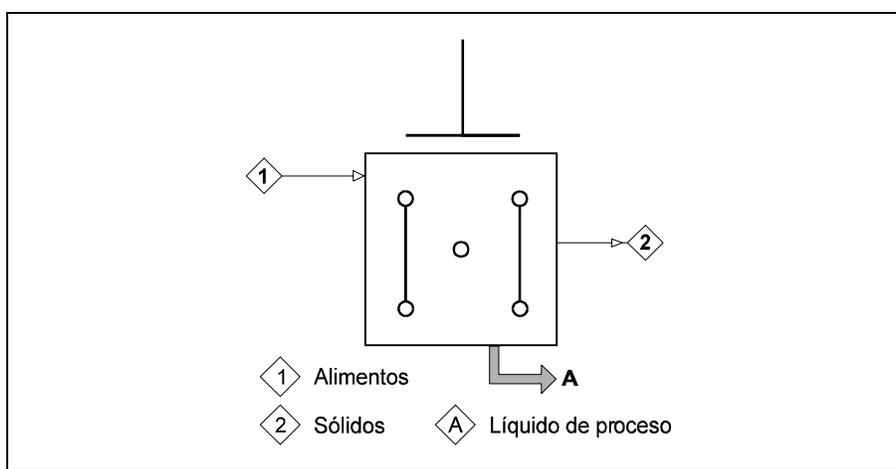
- **Prensado**

El prensado o exprimido es la separación de líquido de un sistema de dos fases de sólido-líquido mediante la compresión, en condiciones que permiten que el líquido escape al mismo tiempo que se retiene el sólido entre las superficies de compresión. El prensado se distingue de la filtración en que la presión se aplica mediante el movimiento de las paredes de retención en lugar de usar bombeo del material a un espacio fijo.

El prensado tiene la misma finalidad que la filtración: separar fases líquidas y sólidas de una mezcla mecánica de las dos. En el exprimido la mezcla no se puede bombear pues el material a veces es completamente sólido. También se usa en lugar de la filtración cuando se desea una extracción del líquido más completa en la torta.

En esta operación unitaria se generan líquidos residuales como consecuencia de que el producto deseado es el sólido prensado (Ver figura 1.17).

**Figura 1.17**  
**Prensado**



### • **Reacción**

La reacción química es una operación que interviene en casi todos los procesos químicos. Los equipos empleados en esta operación son los llamados reactores, que son recipientes de metal donde se mezclan los reactivos para que reaccionen químicamente y se obtenga el producto deseado diferente químicamente a los componente alimentados.

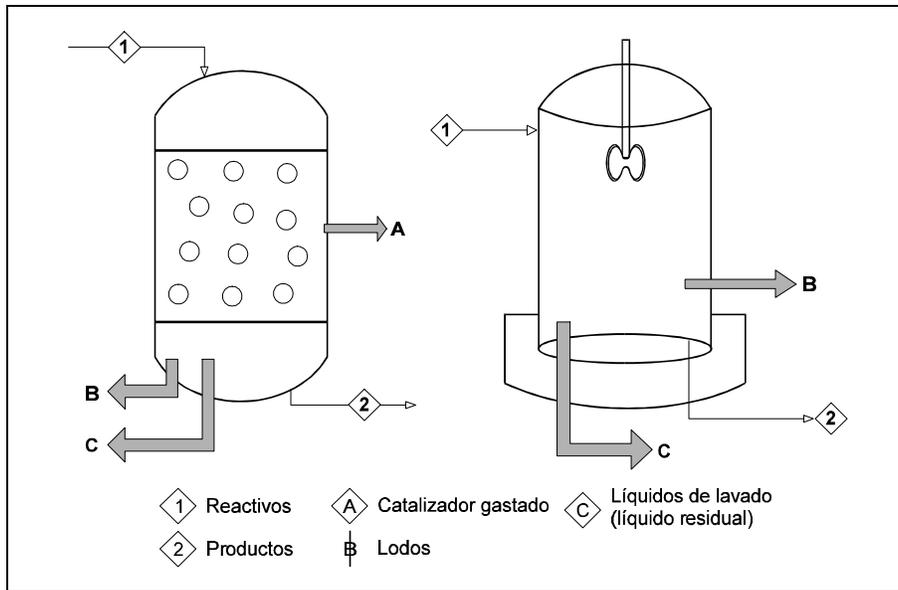
Los reactores pueden contener en su interior otras materias químicas llamadas catalizadores para acelerar o retardar las reacciones que se efectúen dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo, en este caso los equipos se llaman reactores catalíticos, los catalizadores no intervienen químicamente en la reacción.

Las reacciones químicas, dependiendo de la alimentación y en dado caso del catalizador, se efectúan en reactores homogéneos y heterogéneos, y estos pueden

estar agitados o encaquetados para controlar la temperatura de reacción. Así, las materias primas que son alimentadas pueden estar en fase gaseosa o líquida.

Esta operación unitaria es una de las que más genera desechos o residuos; en el caso de los reactores catalíticos, un desecho es el catalizador gastado, y así también sedimentos y lodos dentro de los reactores que se purgan; cuando el equipo entra a mantenimiento y limpieza se generan líquidos residuales con alto contenido de sustancias no deseadas (Ver figura 1.18).

**Figura 1.18**  
**Reacción**



- **Secado**

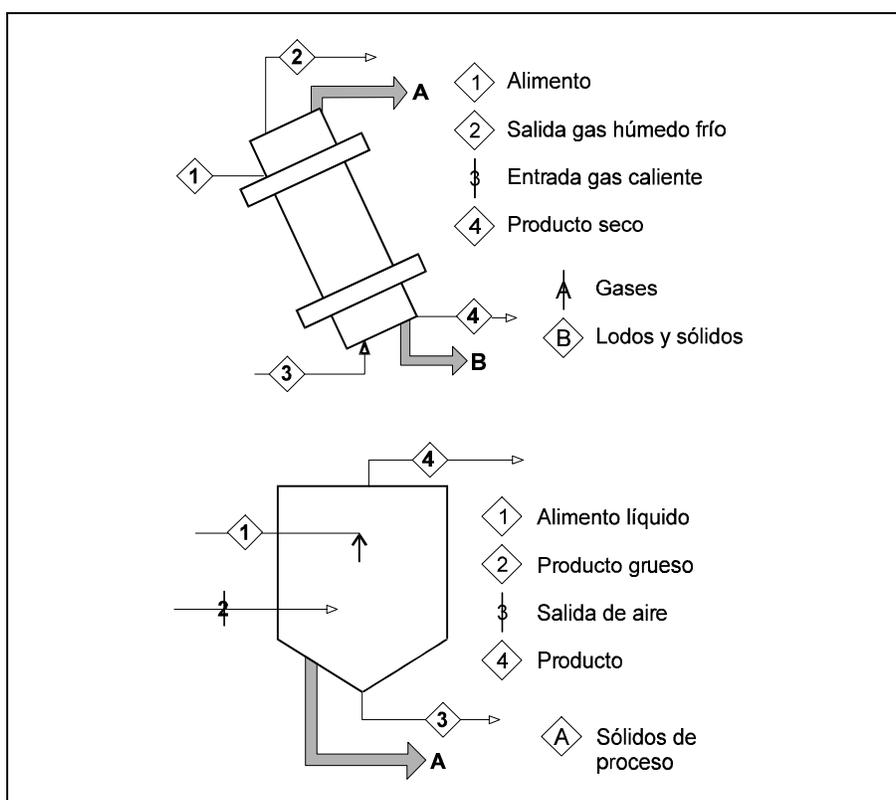
Esta operación unitaria tiene como objeto eliminar la humedad residual que contienen los productos sólidos, para hacerlos así más aceptables para su comercialización o su empleo posterior. Incluso se utiliza para separar los sólidos de una disolución por medio del secado por atomización.

En el caso del secado de los sólidos, se utilizan generalmente secadores rotatorios por los cuales pasa a contracorriente aire caliente humidificándose y enfriándose a través del equipo. En los procesos por etapas, el equipo empleado es el secador de charolas; el material húmedo es colocado en bandejas o cha-

rolas de una cierta área, se le pasa aire caliente por encima con lo cual a un determinado tiempo el material es secado al grado deseado.

Dependiendo del proceso que se esté realizando y del producto que se desee, los residuos generados pueden ser sólidos o líquidos residuales en el caso del secado por atomización, o sólidos y lodos en el caso de otro tipo de secadores (Ver figura 1.19).

**Figura 1.19**  
**Secado**

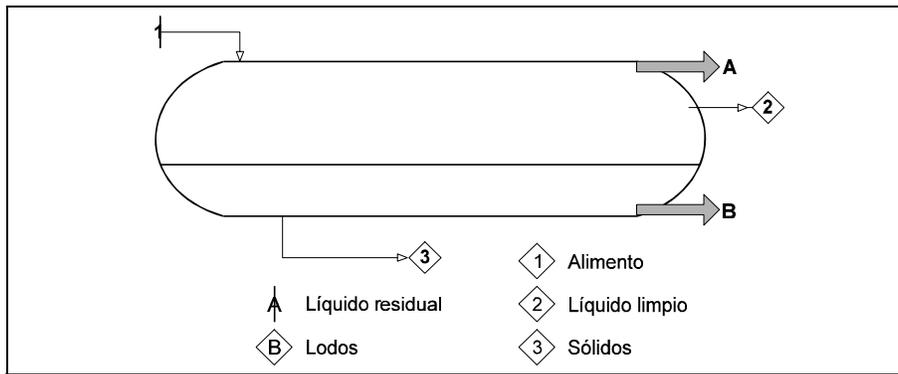


• **Sedimentación**

La sedimentación implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido. Puede dividirse en dos clases: sedimentación de materiales arenosos y sedimentación de limos.

Por lo general, el término sedimentación supone la eliminación de la mayor parte del líquido o el agua del limo después del asentamiento de éste. Así mismo, dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo y del producto deseado se generarán sólidos residuales como son los sedimentos o líquidos residuales en el caso que el sedimento sea primordial en el proceso (Ver figura 1.20).

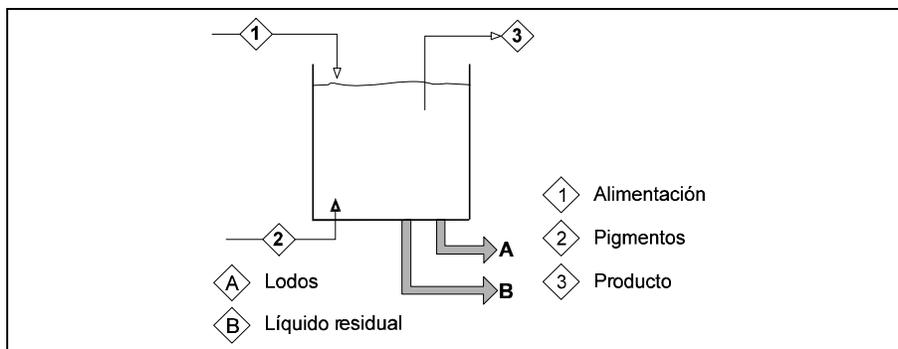
**Figura 1.20**  
**Sedimentación**



• **Teñido**

En el proceso de teñido, los colorante básicos deben ser retenidos por el grupo carboxilo, los colorantes ácidos por el grupo amino y constituir así una formación de laca relativamente sencilla. La agitación es necesaria para conseguir una penetración uniforme. Además de los mecanismos para mover el líquido, las máquinas de teñido deben de estar provistas de medios de calefacción para que el proceso se efectúe a altas temperaturas.

**Figura 1.21**  
**Teñido**



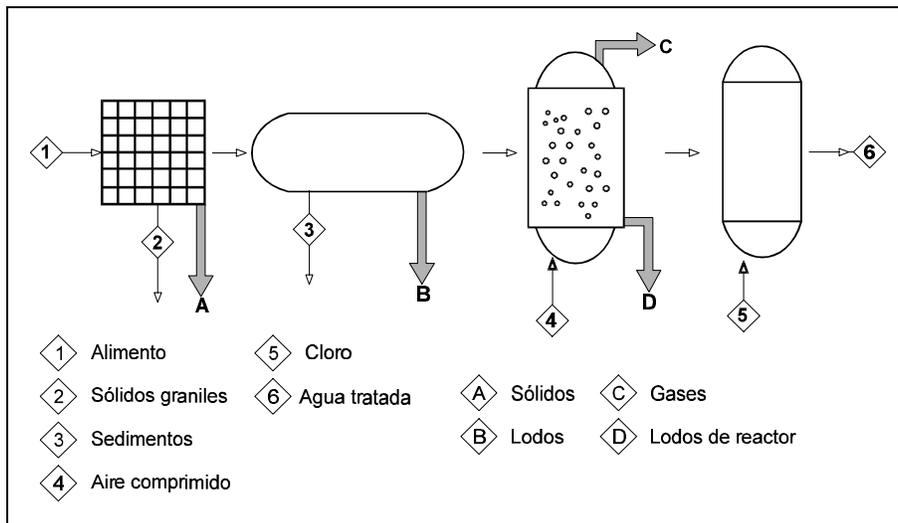
Este proceso tiene como residuos líquidos residuales y lodos que sedimentan en el fondo de los tanques (Ver figura 1.21).

• **Tratamiento de aguas**

El tratamiento primario consiste en hacer pasar las aguas por una pantalla que filtra los sólidos y desperdicios de gran tamaño. Después pasan a tanques de sedimentación en donde los sólidos que se encuentran en suspensión son eliminados. Si el agua no recibe tratamiento secundario pasa a un tratamiento a base de cloro antes de ser reintegrada en el sistema de aguas naturales. El tratamiento primario separa aproximadamente un 60% de los sólidos suspendidos y un 35% de la DBO.

El tratamiento secundario se basa en la descomposición aeróbica de los materiales orgánicos. El tipo más común de tratamiento secundario se conoce como método de lodos activados. En este método los desperdicios que se obtienen del tratamiento primario pasan a través de un tanque de aireación en donde el aire sopla a través de estos materiales; esta aireación provoca un crecimiento rápido de bacterias aeróbicas que se alimentan de desperdicios orgánicos en el agua. Las bacterias forman una masa que es el lodo activado, el líquido se descarga después de haber sido clorinado y los lodos retenidos y regresados al tanque de aireación. Después del tratamiento secundario, se han eliminado 90% de los sólidos suspendidos y un 90% del DBO.

**Figura 1.22**  
**Tratamiento de Aguas**



Cuando se termina el tratamiento secundario, el agua puede llevar sustancias como sales de fósforo y nitrógeno que promueven el crecimiento de algas, además puede haber sustancias que no se pueden expulsar por el tratamiento secundario como metales pesados y otros productos químicos, esto lleva a su eliminación con el tratamiento terciario. Los residuos correspondientes son los lodos en las diferentes etapas de tratamiento de agua (Ver figura 1.22).

Con base a las descripciones anteriores es posible clasificar a los residuos de la siguiente manera:

- aguas de proceso
- arenas, tierras y polvos
- breas
- cabezas
- colas
- carbón activado
- catalizadores gastados
- disolventes
- efluentes tratados
- envases y empaques
- escorias
- líquidos residuales
- lodos de proceso
- lodos de tratamiento
- materiales de relleno contaminados
- sólidos residuales
- soluciones gastadas
- lubricantes gastados
- residuos de proceso

➤ *Aguas de proceso*

Se denomina así al agua que se utiliza como disolvente y participa directamente en la transformación de insumos o productos. Contiene materias primas y productos disueltos o suspendidos.

➤ *Arenas, tierras, polvos*

En esta clasificación se integran tres tipos de residuos sólidos diferenciables principalmente por el tamaño de las partículas que los constituyen. Las arenas tienen un tamaño de partícula mayor que las tierras, y éstas a su vez tienen tamaño de partícula mayor que los polvos.

Las arenas son generadas principalmente en la preparación de moldes o como aglomerante. Las tierras son utilizadas como medio filtrante, y en el proceso quedan impregnadas tanto del líquido que se desea separar como de las sustancias que se están eliminando. Los polvos son generados en procesos que implican reducción de tamaño de partícula, ya sea de la materia prima o del producto de un proceso; éstos son recolectados a través de ciclones, precipitadores electrostáticos, etc.

➤ *Breas*

La brea estrictamente hablando es el residuo negro y brillante que queda de la destilación destructiva de la madera o del alquitrán de carbón. Constituye aproximadamente la mitad de la cantidad original de carbón. Por extensión, se denominan breas a las sustancias que quedan como residuo en destilaciones, reacciones catalíticas y otros procesos que implican la separación de compuestos orgánicos ligeros, y cuyo contenido de carbón es muy alto.

➤ *Cabezas*

El primer producto que se obtiene en una destilación y que no cumple con las especificaciones deseadas se denomina "Cabeza". Pueden ser líquidos o gases.

➤ *Colas*

Al igual que las cabezas son un producto de la destilación fuera de especificaciones en este caso, el último que se obtiene o que queda sin destilar pueden ser sólidos, lodos ó breas ó bien líquidos.

➤ *Carbón activado*

Esta sustancia está formada por carbón en forma de grafito de tamaño de partícula pequeño. Es utilizado principalmente para clarificar, deodorizar, decolorar y filtrar; se usa como pigmento para llantas de hule; para stencils de impresión y tintas para dibujo. El carbón activado tiene la propiedad de adsorber a otras sustancias por lo que una vez que ha sido utilizado se desecha conteniendo sustancias que bien pueden ser peligrosas o no.

➤ *Catalizadores*

Substancias que tienen el efecto de aumentar la velocidad de una reacción química, sin sufrir un cambio químico neto. Normalmente quedan impregnados con las materias primas que intervienen en la reacción, o bien se *envenenan*, principalmente con metales.

➤ *Disolventes*

Son líquidos que facilitan la disolución de otras sustancias para diferentes fines como son: el proceso de purificación de un producto y la disolución de grasas. Al utilizar un disolvente se facilita el manejo y se mejora el comportamiento para ciertos procesos de las sustancias o compuestos disueltos en él; de esta forma se alcanzan niveles de transformación más altos en las reacciones, así como eficiencias mayores. Al ser desechado el disolvente se encuentra contaminado con las sustancias disueltas en él.

➤ *Efluentes tratados*

Se consideran como efluentes tratados, los que resultan de procesos de tratamiento destinados a separar de una corriente, tanto sólidos suspendidos como sustancias disueltas que no se permite sean descargadas al drenaje.

➤ *Envases y empaques*

En este rubro se agrupan los materiales utilizados como contenedores tanto de materias primas como de productos, éstos pueden ser desde sacos, bolsas (de papel, cartón, plástico), cajas, tambores, cuñetes, etc. que hayan sido usados para contener productos tóxicos.

➤ *Escorias*

Son el producto de la calcinación de la piedra caliza, añadida durante el proceso de fusión de metales; por tanto, son generadas en la industria de la fundición contienen diversos metales, carbón, etc.

➤ *Líquidos residuales de procesos*

Son soluciones que después de intervenir en la fabricación de algún producto son desechadas a través del proceso de separación del producto (filtración, decantación, etc.). También se consideran sustancias que no cumplen con especificaciones, o que simplemente quedan como residuo dentro del equipo utilizado para su producción, como es el caso de los fondos de un reactor, de una paila de mezclado, etc.

Son considerados también como líquidos residuales de proceso los resultantes de la limpieza de equipos de lavado de gases, aguas de enfriamiento (cuando se descargan a temperaturas elevadas), etc.

➤ *Lodos*

En este residuo se agrupan lodos generados en diferentes procesos, y que se componen de materia particulada arrastrada por el líquido utilizado para el lavado que se sedimenta en el fondo del equipo.

➤ *Materiales de relleno contaminados*

Sólidos usados en el interior de algunos equipos de proceso para aumentar la superficie de contacto. Entre los materiales, los cuales pierden sus propiedades después de determinado tiempo. Ya sea por contaminación o por cambio de su área superficial.

➤ *Lubricantes gastados*

Denominación genérica que reciben gran número de sustancias de muy diversa composición química, que tienen en común ser insolubles en agua y de menor densidad que ella, y tener una consistencia y viscosidad notables a temperatura ambiente.

➤ *Residuos de proceso*

Se considera como un residuo de proceso aquel sólido que ha sido generado durante un proceso de producción, como materiales absorbentes, sustancias o productos que no cumplen con especificaciones mínimas de pureza o calidad, o bien, subproductos cuya comercialización no es económicamente rentable.

➤ *Sólidos residuales*

Se consideran como sólidos residuales el material de desecho que no es generado a través de un equipo de proceso, sino a partir de operaciones de maquinado.

➤ *Soluciones gastadas*

Las soluciones gastadas incluyen a las soluciones que fueron utilizadas en el proceso (procesos electrolíticos, de galvanizado, etc.) o como soluciones reveladoras, fijadoras, estabilizadoras, neutralizadoras, etc. Se les denomina *gastadas* debido a que la especie iónica de interés ha disminuido notablemente su concentración en dicha solución.

#### **4. Inventarios de generación de residuos industriales peligrosos y su distribución espacial**

Como ya se explicó, la industria contribuye a la generación de contaminantes de manera muy diversa, dependiendo de las características de los procesos y del tipo de insumos y productos. Los residuos generados por la actividad industrial pueden considerarse *peligrosos* si poseen algunas de las características CRET1, es decir, si presentan propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas y/o inflamables. Igualmente pueden ser identificados por sus estados físicos, su composición química, o su descripción genérica (aguas, breas, lubricantes, colas, disolventes, envases, sedimentos, cabezas, carbones activados, catalizadores, jales, lodos, soluciones, tierras y otras). Dependiendo del volumen de generación y su concentración, estos residuos y sustancias peligrosas pueden representar mayores o menores riesgos ambientales.

La naturaleza de estos residuos industriales peligrosos depende del tipo de industria que los genere; incluso dos empresas que fabrican el mismo producto pueden

generar residuos diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente, dependiendo del proceso que utilicen. Su gran diversidad y heterogeneidad dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y por tanto, su manejo.

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

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

Para el manejo integral de residuos peligrosos es de vital importancia contar con un inventario de generación. La mayoría de los esfuerzos que se han llevado a cabo para construir inventarios de generación de residuos peligrosos, enfrentan limitaciones importantes en la medida en que se basan en factores de generación estimados en otros países y que se aplican en su mayor parte con referencia al número de empleados por empresa. Es poco el trabajo de validación en campo, y se requiere un ejercicio de amplia cobertura sectorial y regional para obtener factores de generación más realistas acordes con las condiciones tecnológicas específicas de la industria mexicana.

Sin embargo, en los últimos meses, se ha aprovechado el gran potencial que tienen varios procedimientos administrativos de control y gestión ambiental para arrojar información valiosa y fidedigna que, sin duda, habrán de contribuir a la construcción y validación de inventarios confiables. Tal es el caso de los *Manifiestos de Generación y Manejo de Residuos Peligrosos* que exige el INE a las empresas que los generan y a las que los manejan, así como las auditorías ambientales llevadas a cabo por la PROFEPA. Conjugando factores de generación con la información ofrecida por el sistema de manifiestos, y con datos del censo industrial se ha construido un inventario preliminar, sujeto a revisión, que arroja datos útiles para este programa.

En el cuadro 1.3, destacan por su generación de residuos peligrosos, el D.F. y el Estado de México con 1,839 miles de ton/año, y 1,415 miles de ton/año respectivamente. Otros estados importantes, por su generación de residuos, son Nuevo León con 800 miles de ton/año y Jalisco con 600 miles de ton/año; así como Coahuila, Puebla y Chihuahua con 300, 245 y 210 miles de ton/año, respectivamente.

**Cuadro 1.3**  
**Generación estimada de residuos peligrosos**  
**por entidad federativa (1994)**

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

Con la intención de identificar prioridades para el control de los residuos peligrosos, se clasificó el territorio nacional en cinco zonas, según se indican a continuación.

**Fronteriza:** Principales áreas industriales ubicadas en la franja colindante con los Estados Unidos de América.

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

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

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

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

*Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales  
Peligrosos en México. 1996-2000.*

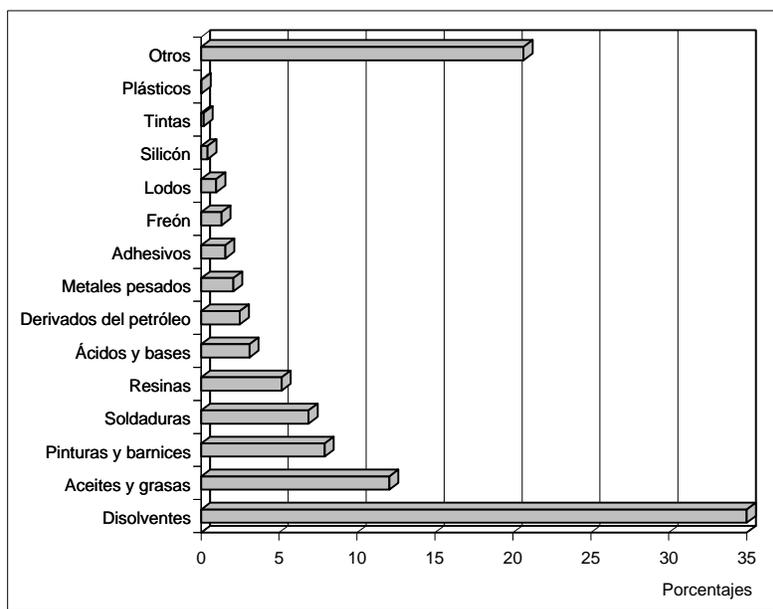
I. El sector industrial y la generación de residuos

Tomando en cuenta esta clasificación y con base en las cifras del cuadro 1.3, se obtuvo para cada una de las zonas geográficas establecidas, su volumen de generación de residuos peligrosos. En el cuadro 1.4, se presenta la información antes indicada, de manera desglosada para cada región. Es interesante observar que en forma conjunta, la zona Norte y la zona Centro generan casi el 90% de los residuos peligrosos del país.

**Cuadro 1.4**  
**Generación estimada de residuos peligrosos por regiones (1994)**

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

**Generación por tipo de residuos**

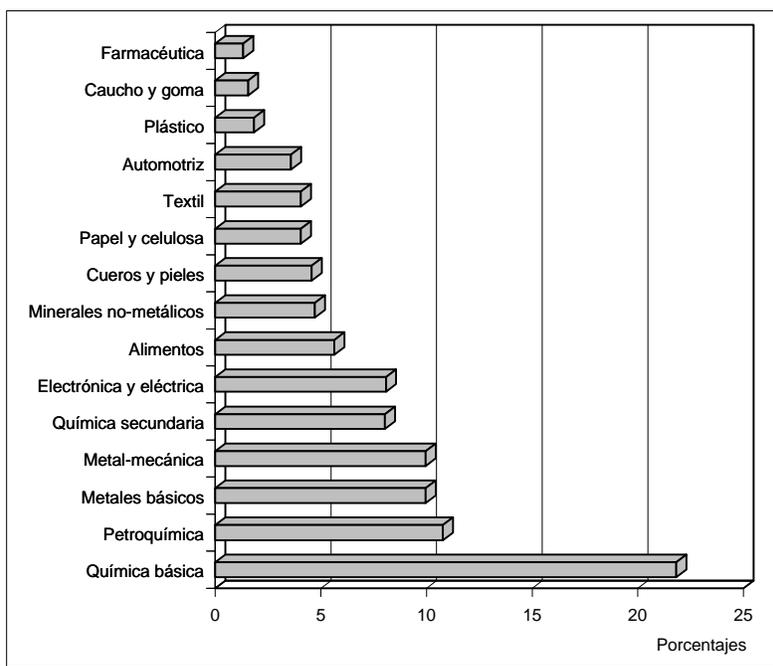


Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE.

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

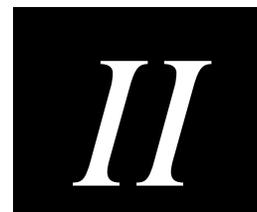
Las industrias Química Básica, Secundaria y Petroquímica son las principales generadoras de residuos industriales, ya que aportan el 40% del total. Les siguen las industrias metalmecánica y metálica básica con el 10% y la industria eléctrica con el 8%. La clasificación por rama industrial y sus aportaciones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

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



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

EL MANEJO ACTUAL  
DE LOS RESIDUOS:  
CONDICIONANTES  
Y CONSECUENCIAS



## **II. EL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS: CONDICIONANTES Y CONSECUENCIAS**

### **1. Condicionantes institucionales**

La capacidad de manejo adecuado de los residuos peligrosos en México es sumamente limitada; de hecho, sólo una muy pequeña proporción del total generado es transportado, reciclado, destruido o confinado en condiciones técnicas y ambientales satisfactorias. Las razones son muchas, pero la mayor parte de ellas tienen que ver con ciertas condiciones institucionales que han impedido el desarrollo de sistemas de manejo, mercados, esquemas de concertación, información y regulación. En términos muy generales conviene ennumerar algunas de ellas:

- Opinión pública desinformada
- Incentivos insuficientes para la reducción y manejo adecuado de residuos industriales
- Normatividad incompleta
- Bajo control de calidad ambiental en micro, pequeña y mediana industria
- Inexistencia de iniciativas conjuntas para el manejo de residuos industriales
- Altos costos en la concertación entre la industria y las tres instancias de gobierno
- Mercados poco desarrollados
- Procedimientos administrativos excesivamente largos y costosos
- Incertidumbre social
- Falta de información
- Inspección y vigilancia insuficientes

A estas condiciones generales se añaden algunas características de la micro y pequeña industria, que han complicado y obstaculizado todavía más la creación de arreglos institucionales que favorezcan un manejo ambientalmente seguro de los residuos peligrosos. Entre éstas se pueden citar:

- Un desarrollo incipiente de la cultura industrial que dificulta el control en los procesos de generación de residuos, ya sea por parte del personal involucrado en la industria o por parte de los usuarios y consumidores. Este problema se presenta desde los niveles gerenciales hasta los de operarios, y se expresa en limitaciones al control de calidad, que, en muchos casos, determinan gran parte de los impactos ambientales.
- Una gran cantidad de industrias operan a nivel artesanal, por lo que los sistemas de administración y control de procesos son empíricos y basados principalmente en experiencias locales. No se cuenta con suficiente capacitación tecnológica y administrativa, ni con capital e información sobre los avances en materia ambiental. En ocasiones cuando interviene la autoridad ambiental, los

procesos se dispersan en unidades domésticas más pequeñas, perdiéndose toda posibilidad de control sobre ellos. Además, los cambios súbitos en las políticas económicas, ambientales y fiscales, propician contradicciones conceptuales con estas pequeñas unidades productivas, debido a que su transformación depende de cambios culturales que presentan dinámicas distintas a las de la política pública.

- Las actividades artesanales están cambiando sus procesos tradicionales a procesos semindustriales; por ejemplo, es más fácil decapar metales con ácidos que utilizando el pulido manual, limpiar con disolventes que con agua y jabón, o, quemar sustancias tóxicas sin ningún control como combustible alternativo, lo que magnifica los impactos de la pequeña industria.
- Existen limitaciones en el acceso al crédito por parte de las industrias pequeñas. Las líneas de crédito están disponibles, pero quedan localizadas en la banca de segundo piso, sin descender a la banca comercial por los altos intereses y las cuantiosas garantías requeridas. La carencia de personal capacitado en la identificación de problemas y de oportunidades en materia de gestión ambiental, plantea también un importante cuello de botella, principalmente debido al gran volumen de trámites y procedimientos administrativos que implica el control de residuos al interior de las empresas, de acuerdo a los mecanismos establecidos.

La carencia de la infraestructura necesaria para el manejo adecuado e integral de los residuos peligrosos y las controversias suscitadas por las iniciativas de ubicación de las mismas, acentúan la inquietud de la población, enrareciendo el clima de concertación necesaria para la solución adecuada de esta problemática.

Hasta ahora se ha presentado una oposición casi generalizada de comunidades locales a aceptar instalaciones para el manejo de residuos peligrosos. Frecuentemente, la población se entera del establecimiento de una instalación para el manejo de residuos peligrosos cuando el proyecto ya se encuentra en etapa de autorización. Se ha carecido de un proceso de *proponer-anunciar-negociar-autorizar-instalar*, o reconsiderar el emplazamiento geográfico y la naturaleza tecnológica de algún proyecto, en el que en cada paso se contemple la participación de los gobiernos locales, universidades, organismos no gubernamentales y miembros de la comunidad. Un aspecto importante en la autorización y negociación del proyecto, son los beneficios compensatorios para la comunidad, tales como carreteras, servicios públicos, empleos, entre otros, especialmente en áreas de amortiguamiento.

Las experiencias internacionales para la selección de sitios y la gestión de confinamientos de residuos industriales, indican que es necesario involucrar a la comunidad receptora, a través de mecanismos preestablecidos y legitimados. Lo importante es que la comunidad receptora perciba claramente los beneficios del proyecto y esté satisfecha con ellos. No parece importar el momento en el que la comunidad es involucrada, siempre y cuando el gestor del proyecto mantenga transparencia en su actuación y no presente sus decisiones como definitivas o

indiscutibles. También se percibe como necesaria la disposición del promotor para proporcionar toda la información que la comunidad demande.

## 2. Repercusiones ambientales

Uno de los riesgos ambientales asociado al crecimiento industrial es el uso intensivo de productos químicos que son precursores de residuos peligrosos, algunos de los cuales tienen características de peligrosidad para la salud humana y la de los ecosistemas. El daño que estas sustancias pueden causar depende en primera instancia de su grado de toxicidad, pero también de que los volúmenes de generación y su persistencia propicien que alcancen concentraciones suficientes para causar efectos nocivos. En este contexto, la preocupación por las sustancias químicas potencialmente tóxicas se centra en aquellas que poseen propiedades de alta toxicidad, de persistencia ambiental o de bioacumulación y que son generadas por las actividades productivas.

Se ha hecho evidente que toda sustancia química puede encerrar peligros para la salud y seguridad de los seres vivos y el ambiente, si alcanza una concentración dada y la exposición se prolonga el tiempo suficiente para que ejerza sus efectos. De acuerdo con los principios esgrimidos por la Agenda 21, cada sociedad debe decidir qué riesgos considera excesivos o inaceptables y, con base en ello, definir sus marcos regulatorios y de gestión de sustancias químicas. En particular, se hace necesario considerar los siguientes aspectos:

- Impactos ecológicos en los ecosistemas
- Impactos en recursos hídricos
- Riesgos de salud ambiental (tóxicos)
- Riesgos por accidentes o contingencias

- *Impactos ecológicos en los ecosistemas*

Una vez en el ambiente los contaminantes tóxicos pueden ser ingeridos y retenidos en altas concentraciones por los organismos vivos, ocasionándoles serios trastornos, incluso la muerte. Si se encuentran en bajas concentraciones, causan efectos subletales, como la reducción del tiempo de vida de ciertas especies o el incremento de la susceptibilidad a enfermedades o bien pueden causar efectos mutagénicos y teratogénicos.

La presencia de compuestos químicos extraños para los ciclos naturales, puede también interferir con la movilidad de otros compuestos que son importantes para los procesos biológicos. Los organismos poseen una resistencia variable a los contaminantes, según el grado de aclimatación al tóxico. Por ejemplo, algunas especies de animales son capaces de acoplar y de disminuir o anular la to-

xicidad de algunos metales pesados incorporándolos en proteínas; sin embargo, otros compuestos, como los organoclorados, pueden dar lugar a metabolitos de mayor toxicidad que el compuesto que los genera.

En México existen pocas experiencias de estudios sistemáticos sobre el efecto al ambiente causado por residuos peligrosos, su tiempo de residencia en los ecosistemas, sus flujos y destino final y sus posibles impactos sobre la biota y la salud humana. Cabe resaltar que en la cuenca del río Coatzacoalcos se ha documentado la presencia de metales en sedimentos y organismos en concentraciones que exceden con mucho a los niveles naturales y por ende, al balance geoquímico de dichos elementos. Igualmente, la presencia de hidrocarburos fósiles en sedimentos y organismos en concentraciones elevadas muestran el alto impacto de las actividades petroleras sobre la región. En esta zona se ha resaltado la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos en especies comestibles, lo cual representa un riesgo para la salud humana por sus propiedades carcinogénicas.<sup>1</sup>

Los ecosistemas mantienen capacidades de carga limitadas para asimilar sustancias. La presencia y cantidad de las sustancias introducidas puede representar un riesgo de desequilibrio para ellos, con las consecuencias de degeneración de los ciclos naturales de materiales y agotamiento de recursos.

Algunos de los procesos naturales mas relevantes en el movimiento de sustancias tóxicas y de residuos peligrosos en el ambiente, son:

- la lixiviación
- la absorción-desorción
- la volatilización
- la bioacumulación

La **lixiviación** es la transferencia de un componente soluble de un sólido a un disolvente adecuado.

La **absorción** es el proceso mediante el cual una sustancia se transfiere de un fluido (líquido o gas) a un líquido o sólido absorbente quedando disuelta en él. La desorción es el proceso inverso, es decir la transferencia de un componente en un sólido o líquido a un gas. Un proceso de absorción crítico en la estabilidad climática del planeta es el del bióxido de carbono que al ser absorbido por el agua del mar puede ser capturado por el plancton. Este proceso es el mismo para contaminantes tales como los orgánicos persistentes que se han acumulado en los océanos y la atmósfera, imponiendo riesgos para los organismos que los habitan.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Alfonso Vásquez Botello y Federico Páez. *Medio ambiente en Coatzacoalcos. El problema crucial: la contaminación*, Centro de Ecodesarrollo, Volumen I, México, 1987.

<sup>2</sup> Wania F. and Mackay D. *Tracking the Distribution of Persistent Organic Pollutants*. Environmental Science & Technology. 30(9): 390-396. 1996.

La **volatilización** consiste en la evaporación de parte de un componente, el cual genera o se incorpora a una fase gaseosa; en este proceso ocurre una concentración de componentes tanto en la fase líquida como en la fase gaseosa. La volatilidad de compuestos orgánicos en residuos del manejo de combustibles y otros derivados del petróleo imponen riesgos de inhalación de sustancias tóxicas.

La **bioacumulación** describe la tendencia de ciertas sustancias a acumularse en los tejidos de organismos vivos. La tendencia de una sustancia a bioacumularse se relaciona con las características hidrofóbicas o lipofílicas, por lo que la predicción de algunos valores de bioconcentración se basan en el coeficiente de partición octanol/agua ( $K_{ow}$ ) y otras características físico-químicas. Ciertos plaguicidas como el DDT, el aldrín y el endrín mantienen un elevado grado de bioacumulación.

- *Impactos en recursos hídricos*

Sin lugar a dudas, una de las consecuencias más graves y de mayor preocupación que pueden generar las malas prácticas para la disposición de los residuos peligrosos, es la afectación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. En el primer caso la contaminación se produce al infiltrarse el agua de lluvia a través de los residuos depositados en barrancas, cauces de ríos, laderas y grietas, circulando posteriormente con su carga contaminante hacia los cuerpos de agua ubicados en la vertiente. En el caso de los recursos hídricos subterráneos, la contaminación se da mediante un proceso similar, ya que durante y después de los episodios de precipitación pluvial, el agua que se ha percolado por los desechos y que contiene una alta carga contaminante, puede migrar al acuífero y afectar su calidad.

Pueden intervenir factores que en algunos casos llegan a mitigar esta afectación, como son los siguientes:

- Presencia de acuíferos de tipo libre pero con niveles piezométricos muy profundos, que presentan una zona no saturada potente, en la cual una gran parte de la carga contaminante puede quedar retenida.
- Presencia de acuíferos de tipo confinado o semiconfinado, en los cuales el material que almacena y hace que se transmita el agua, es cubierto por horizontes prácticamente impermeables o muy poco permeables respectivamente, por lo que los fluidos contaminados no llegan al acuífero.

Sin embargo, en otros casos, el acuífero se encuentra muy somero o está constituido por materiales fracturados, lo que incrementa su vulnerabilidad a la contaminación. Este último caso, que es frecuente en el territorio nacional, implica la contaminación de los recursos hídricos, la afectación de las cadenas tróficas y en un contexto más general, el deterioro de los recursos naturales y de la calidad de vida.

De los diversos compuestos químicos encontrados en aguas subterráneas, los orgánicos son los que representan el mayor riesgo por sus efectos en el ambiente y en la salud humana. Dentro de este grupo de compuestos, los disolventes industriales y los hidrocarburos aromáticos derivados del petróleo son los más comunes. Muchos de los problemas de contaminación ocurren por fugas, derrames y disposición de líquidos orgánicos inmiscibles en la superficie del agua, los cuales se inscriben dentro de fases líquidas no acuosas. Estos fluidos inmiscibles pueden clasificarse en dos categorías: aquellos cuya densidad es mayor que la del agua, que incluyen a los solventes percloroetileno y tricloroetileno, sustancias como la creosota, ciertos compuestos orgánicos policlorados y algunos plaguicidas, y otros más ligeros que el agua, donde se incluyen compuestos como el benceno, tolueno, etilbenceno y xileno.

Los compuestos cuya densidad es mayor que la del agua se utilizan comúnmente en tintorerías, preservación de madera, industria electrónica y eléctrica, maquinado, talleres de impresión, producción y reparación automotriz, asfaltado y aviación. Estas sustancias se transforman en forma descendente y aun cuando presentan una baja solubilidad, las concentraciones detectadas en varias regiones sobrepasan las normas de calidad de agua potable. Los sitios contaminados con sustancias cuya densidad es mayor que la del agua pueden representar también una fuente significativa de contaminación a largo plazo.

Los productos químicos encontrados en aguas subterráneas se originan principalmente en actividades en zonas urbanas e industriales. Por lo tanto, generalmente las aguas subterráneas contaminadas se localizan cerca de áreas industrializadas o densamente pobladas, circunstancia que incrementa la posibilidad de exposición humana.

Algunos de los contaminantes orgánicos que se han detectado en aguas subterráneas representan un severo riesgo para la salud. Sustancias como el percloroetileno y tricloroetileno producen depresión del sistema nervioso central o afectan el funcionamiento del hígado y riñón, en tanto que el tetracloruro de carbono, el cloroformo y el benceno son agentes cancerígenos.

Una buena parte de los contaminantes que hacen a un residuo peligroso se encuentran en forma líquida o disuelta, por lo que una vez en el ambiente emigran en fase acuosa interactuando a su paso con las partículas del suelo. Además existen una gran cantidad de desechos en estado sólido que producen lixiviados al descomponerse e infiltrarse el agua de lluvia a través de ellos.

En México es aún escaso el seguimiento a problemas de contaminación de recursos hídricos. Destaca el trabajo sobre las posibles implicaciones ambientales del mal manejo de residuos peligrosos llevado a cabo por el Centro de Ecología de la Uni-

versidad Nacional Autónoma de México (UNAM)<sup>3</sup>, el cual evalúa el potencial de contaminación de acuíferos con compuestos orgánicos vertidos al drenaje del Valle de México. A pesar de que se cuenta con algunos estudios de afectación ocasionada por residuos peligrosos de la industria maquiladora y estudios de impacto ambiental asociados a diversas actividades y proyectos de manejo de residuos peligrosos, aún no se dispone de un banco de información o sistema actualizado en la materia.

- *Riesgos de salud ambiental (tóxicos)*

La toxicidad de una sustancia se determina de acuerdo con los efectos letales, crónicos o subcrónicos que pueden presentarse en diferentes organismos o blancos ambientales. Sin embargo, generalmente se resaltan los efectos adversos potenciales de las sustancias sobre la salud humana. Entre los parámetros de toxicidad comúnmente evaluados se destacan los siguientes:

- Letalidad aguda
- Efectos subletales en especies no mamíferas
- Efectos subletales en plantas
- Efectos subletales en mamíferos
- Teratogenicidad
- Genotoxicidad/Mutagenicidad
- Carcinogenicidad

Como se mencionó anteriormente, el daño que puede sufrir una comunidad por la emisión de sustancias peligrosas no depende únicamente de las características tóxicas, sino también del hecho de que las sustancias puedan entrar en contacto con la población. Si bien las rutas de exposición pueden variar entre sustancias y depender de las características del ambiente, su persistencia y bioacumulación determinan el riesgo implícito.

La persistencia ambiental se relaciona con la tendencia de una sustancia química a permanecer en el ambiente debido a su resistencia a la degradación química o biológica asociada a los procesos naturales. Una vida media corta (pocos días) generalmente no produce una acumulación significativa en el ambiente. Contrario a esto, una sustancia con una vida media mayor puede resultar en una exposición o acumulación sustancial en la cadena alimenticia. Algunos compuestos organoclorados como los BPC's y metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio, son ejemplos típicos de contaminantes con elevada persistencia ambiental.

---

<sup>3</sup> Mazari, M. y Mackay, D.H. *Potential for Groundwater Contamination in Mexico City*. Environmental Science & Technology. 27(5): 794-802. 1993.

- *Riesgos por accidentes o contingencias*

Otros riesgos derivados del inadecuado manejo de los residuos peligrosos, son incendios, explosiones, fugas o derrames de sustancias tóxicas o inflamables. Estos riesgos se presentan con frecuencia durante las operaciones de transporte o transferencia, procesos de tratamiento físico-químico, almacenamiento de residuos incompatibles, o a causa de una inadecuada utilización de envases para el almacenamiento de los residuos. La falta de capacitación del personal encargado del manejo de los residuos peligrosos, puede provocar accidentes que en algunos casos pueden alcanzar a receptores sensibles tales como población o ecosistemas.

### **3. Documentación de algunas contingencias**

A la fecha, no se cuenta con un esquema metodológico para determinar el potencial de afectación y evaluar los riesgos a la salud y al ambiente asociados a los problemas derivados del manejo inadecuado de los residuos industriales. Los estudios de evaluación de los efectos ambientales realizados en México se han enfocado principalmente a problemas específicos o accidentes, algunos de los cuales se documentan a continuación:

- En el año de 1958 se estableció en Lechería, municipio de Tultitlán, Estado de México, la empresa CROMATOS DE MEXICO, S.A., dedicada a producir compuestos de cromo.

El proceso de producción era a cielo abierto, sin existir controles sobre las emisiones de polvos, descargas de aguas residuales y manejo de los residuos, los que se arrojaban en sitios disponibles en las zonas aledañas y que simultáneamente, se ofrecían como material de relleno.

A partir de 1975, se iniciaron reclamos por parte de la población que estaba siendo afectada por los residuos de cromo hexavalente. Después de un largo proceso, en 1978 se determinó la clausura definitiva de la fábrica, el traslado a los terrenos de la planta de parte del relleno utilizado en la nivelación de calles y la construcción de un cementerio industrial que inició operaciones en 1983. En este depósito, se almacenaron 75,000 toneladas de residuos que estaban dispuestos a cielo abierto.

- En marzo de 1987, la empresa Alco Pacífico de México, S.A. de C.V., inició operaciones como recicladora de plomo, bajo el régimen de maquiladora hasta abril de 1991, en que la desaparecida SEDUE ordenó la clausura total temporal de sus instalaciones, por no cumplir con la normatividad. Esta empresa utilizaba como materia prima baterías automotrices, residuos de óxido de plomo, separadores de baterías trituradas con contenido de óxido de plomo y sulfato de plomo, adquiridos en Estados Unidos, bajo el régimen de importación temporal.

## *II. El manejo actual de los residuos: condicionantes y consecuencias*

Al declararse en quiebra, los propietarios dejaron en sus patios con alrededor de 12,000 m<sup>3</sup> de residuos peligrosos y 18,000 m<sup>3</sup> de suelos contaminados, dispuestos de una manera inadecuada y sin cumplir con la obligación legal de retornarlos a su país de origen.

Las autoridades destinaron fondos para cubrir los residuos con una membrana geomorfológica de polietileno de alta densidad, con lo que se evita la contaminación a la población y al ambiente mientras se lleva a cabo la obra de remediación del sitio.

- Una empresa Química, ubicada en el km 13.5 de la carretera León-San Francisco, en el municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato, inició sus actividades en el año de 1972. Esta planta se dedica a la producción de sales de cromo y ácido crómico, a partir de cromita, utilizando un proceso en dos fases. Los residuos generados consisten en sólidos sobrantes del proceso de lixiviación y alúmina precipitada durante la adición de ácido sulfúrico al licor.

Durante once años dichos residuos se depositaron en patios a cielo abierto, directamente sobre el suelo sin tener éste preparación alguna, lo que causó contaminación de suelos, aire y mantos freáticos.

En virtud de que actualmente se encuentran almacenados en dos celdas 13,000 toneladas de residuos de alúmina y más de 300,000 toneladas de residuos de cromo, se están llevando a cabo acciones conjuntas con la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de Guanajuato, tendientes a dar tratamiento a dichos residuos para disminuir su peligrosidad y lograr su aprovechamiento a través de su reciclamiento y reuso.

- En marzo de 1984, en la Colonia El Caracol, del municipio de Tlalnepantla, Estado de México, se produjo la mezcla de materiales filtrantes con contenido de grasas que al ser dispuestos inadecuadamente dieron lugar a un fenómeno exotérmico, que afectó a la población circunvecina.

Las acciones de remediación se concretaron a tapar con tierra los residuos peligrosos. Por otro lado, el origen de los residuos no ha sido aclarado, aunque se señala a diversas empresas aceiteras como las responsables de su disposición.

A continuación se presenta una relación de casos de disposición clandestina de residuos industriales peligrosos, que fueron detectados por medio de actividades de inspección entre 1994 y 1996.

**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 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 caducos e inadecuadamente almacenados en la Delegación de Iztapalapa.	111 ton.
<b>TOTAL</b>	<b>29,909 ton.</b>

#### **4. Sitios contaminados y pasivos ambientales por residuos peligrosos**

Como se sabe, la falta de infraestructura y de servicios para el manejo adecuado de residuos ha propiciado la proliferación de prácticas ineficientes de gran impacto ambiental. Sus consecuencias ambientales han sido ya documentadas y abarcan desde el deterioro a la salud y la inutilización de acuíferos, hasta la afectación de cadenas tróficas a través de procesos de bioacumulación.

Durante décadas de desarrollo industrial se han acumulado pasivos muy importantes que se manifiestan en sitios y áreas en donde se han depositado residuos peligrosos sin ningún tipo de control. Estos sitios proliferan en el territorio nacional y, desafortunadamente no han recibido la atención que merecen de la sociedad y de la opinión pública. No puede omitirse una consideración sobre cierta contradicción en las reacciones de la opinión pública, que llega a manifestarse con intensidad en contra de algunos proyectos de manejo controlado de residuos peligrosos, y que paradójicamente, tal vez por falta de información, permanece pasiva ante una disposición altamente riesgosa en sitios incluso muy cercanos a zonas habitacionales.

No obstante la falta de información precisa sobre los sitios afectados, es posible integrar un balance o inventario preliminar al respecto, tomando en cuenta criterios de vulnerabilidad o riesgo por razones de exposición de la población, afectación a ecosistemas sensibles y daño probable a acuíferos importantes para zonas urbanas.

II. El manejo actual de los residuos: condicionantes y consecuencias

Para ello se han definido tres grandes tipologías de sitios con alta concentración de residuos peligrosos acumulados sin los sistemas de control necesarios: a) sitios identificados de disposición inadecuada de residuos peligrosos; b) áreas e instalaciones industriales potencialmente contaminadas por pasivos ambientales derivados de la acumulación inapropiada de residuos peligrosos; y c) rellenos sanitarios o tiraderos de residuos sólidos urbanos o municipales, ubicados en zonas de vulnerabilidad geohidrológica y donde probable y presumiblemente se depositan o han depositado residuos peligrosos sin ningún tipo de control adecuado.

• *Sitios identificados de disposición inadecuada de residuos peligrosos*

Tradicionalmente, desde el inicio del proceso de industrialización en México, la industria minera, química básica, petroquímica y de refinación del petróleo, han producido cantidades muy grandes, pero muy difíciles de cuantificar, de residuos peligrosos. En muchos casos éstos han sido depositados abiertamente en el suelo sin ningún tipo de control. Esto ha planteado importantes riesgos a la población o bien generado riesgos de contaminación de acuíferos por la lixiviación de contaminantes.

**Relación de sitios afectados por disposición inadecuada de residuos peligrosos**

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

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

Un número importante de estos sitios además, se encuentran cercanos a centros de población o vías generales de comunicación. En los cuadros siguientes se presentan los sitios identificados más importantes impactados por la disposición inadecuada de residuos, así como el estado y municipios al que pertenecen, consignándose la superficie aproximada afectada y el tipo de contaminantes presentes en el área.

- *Áreas e instalaciones industriales potencialmente contaminadas por pasivos ambientales derivados de la acumulación inapropiada de residuos peligrosos*

En México existen áreas industriales consolidadas, en donde se concentran actividades prioritarias desde el punto de vista de generación de residuos peligrosos. Tal es el caso de la refinación de petróleo, petroquímica básica y secundaria, industria química y beneficio de minerales.

La inexistencia durante décadas de capacidades de manejo, de normatividad y de inspección y vigilancia, así como el desconocimiento sobre el impacto que los pasivos ambientales de residuos peligrosos imponen al ambiente, favoreció la acumulación inadecuada de residuos en importantes zonas y plantas del país.

No se tienen datos objetivos al respecto sin embargo la experiencia regulatoria, resultados de auditorías ambientales y deducciones a partir de factores de generación de residuos en industrias prioritarias, permitirán pronto establecer un inventario preliminar de sitios industriales potencialmente afectados por el depósito sin control de residuos peligrosos.

- *Rellenos o tiraderos de residuos urbanos presumiblemente contaminados con residuos peligrosos*

También debe apuntarse, ante la inexistencia de suficientes confinamientos para residuos peligrosos, el hecho de que muchas empresas industriales han dispuesto de sus residuos en los sistemas municipales de recolección y tiro, que ante condiciones geohidrológicas de vulnerabilidad representan riesgos ambientales de consideración.

En este sentido, conviene listar algunas de las áreas urbanas que merecen una atención prioritaria para evitar riesgos mayores a los que ya se hayan presentado:

- **Celaya, Aguascalientes, Irapuato, León, Salamanca y Silao** son poblaciones que se encuentran asentadas en materiales aluviales, lacustres y volcánicos que pueden llegar a conformar acuíferos. Adicionalmente en algunos casos están afectadas por fallas producidas por la sobreexplotación de acuíferos, lo cual facilita la migración rápida de contaminantes. Estas regiones tienen un amplio desarrollo industrial, por lo que pueden estarse acumulando también residuos industriales en sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.

- **Colima y Lázaro Cárdenas** se ubican próximas a zonas costeras donde existen acuíferos en materiales de relleno con niveles piezométricos someros, por lo que la mala ubicación de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales puede fácilmente contaminarlos.
- **Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopán, Morelia y Zitácuaro** se localizan en regiones volcánicas donde afloran rocas permeables, lo cual puede llevar a contaminar acuíferos cuando los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales están mal ubicados.
- **Cuernavaca, Toluca, Puebla, San Juan del Río, Querétaro y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México** se ubican en regiones en donde existen rocas volcánicas con alta permeabilidad.
- Las ciudades ubicadas en la Península de Yucatán, como **Mérida y Campeche** entre otras, están ubicadas sobre calizas con un alto grado de disolución, lo que les proporciona una muy elevada permeabilidad; en estas regiones fácilmente puede darse la contaminación de acuíferos.
- **Tapachula, Villahermosa, Coatzacoalcos, Poza Rica y Veracruz** se localizan sobre materiales aluviales que en la mayoría de los casos son muy permeables y descansan sobre otras rocas también de tipo sedimentario con capacidad para constituir acuíferos. En algunas de estas ciudades de la costa del Golfo de México se desarrollan actividades petroleras que generan una gran cantidad de contaminantes.
- **Chihuahua, Monclova, Torreón, Ciudad Juárez, Gómez Palacio y Monterrey** son ciudades que se ubican próximas a afloramientos de calizas y de aluviales permeables, por lo que se debe poner especial cuidado en el lugar en donde se ubican sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.
- **Delicias y Hermosillo** entre otras poblaciones menos importantes, se localizan sobre aluviones permeables que conforman acuíferos, en ocasiones con niveles piezométricos profundos; sin embargo, sería importante evaluar la facilidad con que el agua subterránea puede verse contaminada.
- Lo mismo ocurre con poblaciones como **Mexicali, Piedras Negras, Nogales, San Luis Río Colorado y Nuevo Laredo** localizadas en la Franja Fronteriza, y en donde los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales pueden estar recibiendo residuos industriales tanto mexicanos, como de la industria maquiladora.

## 5. Contaminación cruzada y multimedios

Los procesos industriales integran materias primas y energía a través de diferentes tecnologías. Por razones termodinámicas, físicas, prácticas, económicas, de administración y diseño, la transformación de insumos en productos no es absoluta o perfectamente eficiente. Hay salidas intermedias antes de que el proceso culmine en un producto final con valor de mercado positivo.

Estas salidas se dan, por definición, a través de medios gaseosos, líquidos o sólidos, en función de las tecnologías utilizadas, del tipo de actividad y de insumos involucrados, de costos relativos y de regulaciones ambientales.

En muchas ocasiones la liberación de materiales al ambiente puede darse alternativamente a través de distintos medios. Muchos residuos peligrosos se generan como aguas o lodos de procesos, que son solubles o miscibles en drenajes, por lo que puede disponerse de ellos opcionalmente a través de medios mecánicos, o utilizando la capacidad de movilización o dilución de corrientes de agua superficiales, drenajes, lagunas, o el mar.

En otros casos, como resultado del lavado de gases, precipitación electrostática u operación de casas de filtros, se crean residuos que pueden ser peligrosos. De forma similar, el tratamiento térmico de subproductos o residuos con fines de proceso, es capaz de emitir contaminantes atmosféricos particularmente tóxicos.

Resultan claros los vasos comunicantes posibles que pueden existir entre los procesos industriales y los diferentes ámbitos o medios ambientales. De ahí, la necesidad de prevenir consecuencias de contaminación cruzada y adoptar un enfoque multimedios en las políticas de prevención y tratamiento.

Por su factibilidad de transportarse en aguas residuales y posteriormente en las corrientes naturales de agua, los residuos que se presentan en forma de aguas de proceso, líquidos residuales, residuos sólidos solubles y lodos se vuelven prioritarios. Al ser miscibles o solubilizarse, éstos residuos pueden fácilmente ser disueltos en las descargas de aguas. Ello obliga al establecimiento de un sistema de información y de un marco normativo que considere los diferentes medios (aire, agua y suelo) de tal forma que pueda confrontarse consistentemente todo el espectro de impactos ambientales generados por las ramas de actividad económica.

Este enfoque permite tomar en consideración aspectos de productividad, cambio tecnológico y eficiencia ambiental, y conciliar objetivos de protección con objetivos de competitividad. Dado que el contenido de ciertas sustancias es lo que le confiere peligrosidad a un residuo, se han desarrollado esquemas de reporte y de manejo de información cuyo objetivo es conocer las emisiones al ambiente de estas sustancias y evaluar sus riesgos asociados. En la arena internacional, existe un movimiento hacia el establecimiento de registros de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC). Dichos registros constituyen un instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la gestión nacional de sustancias químicas y residuos y promover la prevención de la contaminación y el acceso público a la información ambiental.

En varios países (E.U.A, Canadá, Gran Bretaña y otros) se han logrado éxitos importantes en la reducción de emisiones gracias al uso de estos sistemas. Así, en el

marco del Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (IFCS), se han desarrollado diversas acciones y proyectos con la participación de varias agencias y organismos internacionales como OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), UNITAR (Instituto de las Naciones Unidas para la Formación e Investigación), PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), OMS (Organización Mundial de la Salud), ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), WWF (World Wildlife Fund for Nature) y la CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte).

En esta línea, el Consejo de Ministros del Ambiente de Norteamérica ha adoptado una serie de compromisos que también atañen a México, como desarrollar la cooperación regional en lo que respecta al manejo racional (a lo largo de todo su ciclo de vida) de la gama completa de sustancias químicas precursoras de residuos peligrosos que constituyen una preocupación común, dando prioridad al manejo y control de sustancias de mutua preocupación que son persistentes y tóxicas (mercurio, clordano, DDT y BPC).

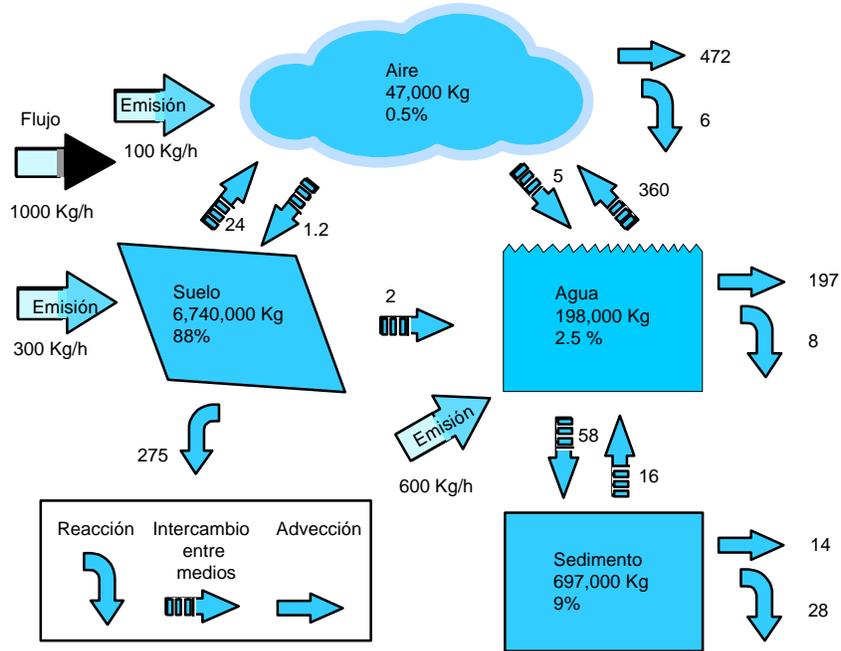
La persistencia ambiental se describe como la magnitud de tiempo en la cual una sustancia reside en el ambiente. Una medición común de la persistencia de una sustancia es su vida media. Este concepto sólo considera la degradación química, bioquímica o fotoquímica, pero excluye los procesos de transporte y dilución. La bioacumulación es un término genérico que describe un proceso por el cual ciertas sustancias se acumulan en organismos mediante el consumo de alimentos o contacto con el medio que los rodea. La relevancia de considerar estos aspectos radica en que las sustancias con una persistencia de varios meses o mayor conllevan a una exposición substancial y a una acumulación en la cadena alimenticia.

Las emisiones al ambiente de residuos y sustancias tóxicas involucran generalmente más de un medio (aire, agua o suelo). Aunado a esto, algunas sustancias tienen propiedades fisicoquímicas que les permiten transportarse hacia los diferentes medios. Por ejemplo, el pentaclorobenceno puede transportarse continuamente entre el aire, el agua y el suelo. En el siguiente diagrama se ilustra la distribución de pentaclorobenceno en los distintos medios considerando una emisión de 1000 kg/h. Dicha distribución obedece al volumen emitido por medio (agua, aire, suelo) y a las características fisicoquímicas del pentaclorobenceno, las cuales le confieren mayor persistencia en el suelo que en el agua y el aire.

Un ejemplo distinto, donde ocurre una mayor acumulación del contaminante en el agua es el pentaclorofenol, el cual es una sustancia sujeta a reporte en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Esta sustancia es sumamente tóxica para animales y plantas, y en exposiciones crónicas en humanos puede producir mutaciones y cáncer. El pentaclorofenol tiene una persistencia en suelo de 21 días y en agua de 10, lo cual favorece la exposición de organismos acuáti-

cos; estudios conducidos en especies acuáticas de los grandes lagos indican una fuerte bioacumulación de pentaclorofenol en tejidos.<sup>4</sup>

**Distribución de emisiones de pentaclorobenceno en aire, agua y suelo<sup>5</sup>**



Masa total del pentaclorobenceno: 7,682,000 Kg;  
 Persistencia total: 7680 h;  
 Persistencia en aire: 97 h;  
 Persistencia en agua: 318 h;  
 Persistencia en suelo: 22,400 h.

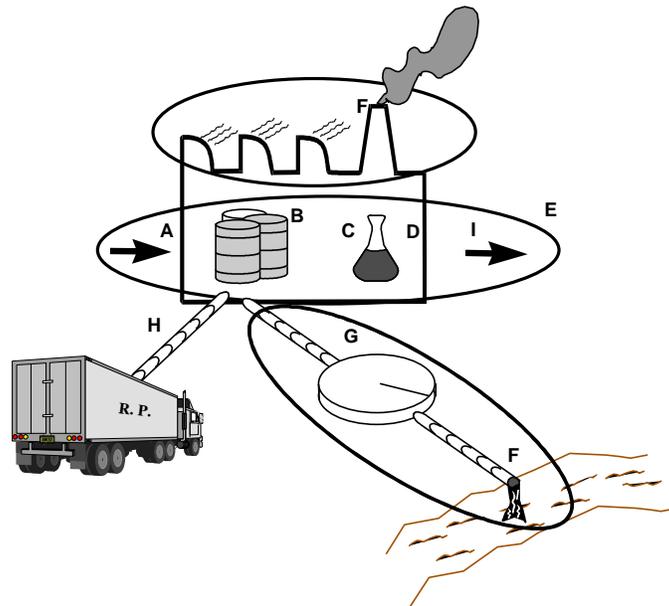
Los porcentajes y las cantidades indican la distribución porcentual referida a la acumulación general en el ambiente (aire, agua, suelo y sedimento) una vez que se ha alcanzado un equilibrio dinámico estable.

A nivel de establecimientos industriales, un enfoque multimedios de administración ambiental implica conocer el balance de las sustancias que entran como materia prima o insumos indirectos, que se generan dentro de los procesos productivos y que son emitidas al ambiente o que se encuentran presentes en el

<sup>4</sup> Chemical Evaluation Search and Retrieval System, Canadian Centre for Occupational Health and Safety, CCINFO DISCS.  
<sup>5</sup> Tomado y adaptado de: Charles Q. A. y Mackay D., *Toxics Release Inventories: Opportunities for Improved Presentation and Interpretation*, Environmental Science & Technology, 30(2), 1996.

producto final. Uno de los usos mas importantes del balance de materiales en la gerencia industrial es que, además de facilitar la estimación de emisiones de contaminantes al ambiente, permite identificar posibles acciones de prevención de la contaminación. En principio un balance de materiales considera la entrada, generación, consumo y salidas a nivel de todo el establecimiento, tal como se ilustra en la siguiente figura;

**Etapas en el balance de materiales de un establecimiento industrial<sup>6</sup>**



- |   |  |
|---|--|
| <b>A.</b> Cantidad de materiales que entran al establecimiento para sus diferentes usos | <b>E.</b> Cantidad de sustancia como producto o que forma parte del producto.  |
| <b>B.</b> Cantidad de sustancias en inventarios   | <b>F.</b> Emisiones de sustancias in situ a los diferentes medios (agua, aire, suelo); incluyendo emisiones accidentales |
| <b>C.</b> Cantidad de sustancia consumida en el proceso u otro uso                      | <b>G.</b> Cantidad de sustancia en residuos peligrosos que se trata, recicla o reusa dentro del establecimiento          |
| <b>D.</b> Cantidad de sustancia producida   | <b>H.</b> Cantidad de sustancia que se transfiere para su tratamiento o disposición final fuera del establecimiento      |
|   | <b>I.</b> Cantidad de sustancia en productos   |

<sup>6</sup> Irwin, F. et. al. *A Benchmark for Reporting on Chemicals at Industrial Facilities*, World Wildlife Fund. 1996

## **6. Obstáculos a la minimización de residuos industriales**

Es evidente que la estrategia más sensata desde el punto de vista ambiental es, más que solucionar los problemas de residuos una vez que éstos se han generado, tratar de reducir o abatir su producción a través de prácticas de minimización.

Aunque la minimización puede ser rentable, existen obstáculos que dificultan su implantación en las empresas. Estos tienen que ver con aspectos culturales y organizativos, inercias al cambio, la necesidad de justificar inversiones no amortizadas, y una regulación inadecuada que no establece los incentivos necesarios.

Desde luego, las limitaciones económicas juegan un papel preponderante para impedir el desarrollo suficiente de las estrategias de minimización, ya que los cambios en los procesos de producción para la implantación de tecnologías limpias no siempre son rentables en el corto plazo.

Por otro lado, debe señalarse que no existe suficiente información sobre experiencias en alternativas de minimización en otros países. Asimismo, destacan impedimentos tecnológicos reales derivados de la escasez de programas de investigación, y de la dificultad de generalizar cambios tecnológicos en empresas pequeñas que operan en escalas productivas muy reducidas.

Deben destacarse por otro lado, obstáculos de tipo administrativo, entre los que resalta una vigilancia no especializada ni suficiente que no impide la disposición ilegal e incontrolada de los residuos, y los enfoques de regulación e inspección tradicionales, que se centran prioritariamente en opciones de confinamiento o destrucción.

Es necesario también hacer notar que, en su caso, la existencia de subsidios a procesos de manejo postproductivo de residuos peligrosos, pese a tener objetivos loables, pueden constituirse en un incentivo contrario a la minimización, ya que reducen su atractivo económico.

# INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DISPONIBLES



### III. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DISPONIBLES

#### 1. Infraestructura, servicios y costos de manejo

La infraestructura existente en México para el manejo de residuos peligrosos es muy limitada, insuficiente para procesar las ocho millones de toneladas que se generan cada año. Las razones de este rezago radican en parte en el tiempo insuficiente de maduración que ha tenido la política ambiental, así como en la carencia de actividades de promoción industrial y en la falta de mecanismos imaginativos de financiamiento.

Se estima que sólo el 12% de los residuos peligrosos generados en México se controlan adecuadamente. Las actividades desarrolladas en la actualidad para el control de los residuos peligrosos, se listan a continuación:

- Confinamientos
- Reciclaje de solventes
- Reciclaje de aceites
- Reciclaje energético de residuos combustibles
- Exportación de aceites contaminados con BPC
- Reciclaje de residuos con elementos metálicos

Se ha identificado una inversión global en tales actividades, sin considerar las inversiones realizadas por la industria generadora, del orden de los 115 millones de dólares, de los cuales alrededor del 35% se ha destinado al desarrollo de confinamientos de residuos peligrosos, mientras que el 29% se ha orientado al reciclaje energético. La generación total de empleos se estima en 3,000 directos y 5,900 complementarios. Entre otras actividades se incluyen las correspondientes al desarrollo de estudios y proyectos ejecutivos, elaboración de estudios de impacto ambiental y riesgo, así como las referentes a dictaminaciones analíticas y análisis de laboratorio.

Infraestructura instalada para el manejo de 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	confinamiento de residuos peligrosos de servicio privado
3	incineradores de residuos peligrosos de servicio privado
5	empresa para el reciclado de metales
22	empresas de tratamiento <i>in situ</i> de residuos peligrosos

*Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México. 1996-2000.*

71	empresas para recolección y transporte de residuos peligrosos
3	empresas para la formulación de combustible alternativo
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	empresa de tratamiento de acietes contaminados con BPCs

Fuente: Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, INE. 1996.

Dada la información disponible, no es posible consignar en este documento las capacidades y volúmenes de operación de cada una de estas empresas, sin embargo, salvo algunas excepciones, se trata de instalaciones relativamente pequeñas.

Actividad	Inversiones realizadas (mdd)	Empleos generados (Directos y complementarios)
Confinamiento	41	1,600
Reciclaje de solventes y aceites	21	2,800
Formulación de combustibles y reciclaje energético	33	2,700
Reciclaje de residuos y materiales metálicos	20	1,800
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>8,900</b>

Resulta notorio que aproximadamente el 25% de las inversiones realizadas en este sector, corresponde al confinamiento de los residuos.

**Comparativo de costos actuales de manejo de residuos industriales peligrosos entre México y Estados Unidos**

Actividad	Costos de manejo (dólares/ton)	
	México <sup>1</sup>	E.U.A. <sup>2</sup>
<i>Confinamiento</i>		
• Tambos	70-100	245-350
• Granel	45-60	84-140
Oxidación térmica	No se cuenta con este dato	560-1,190
<i>Reciclaje energético</i>		
• Líquidos limpios combustibles	10-30	14-84
• Líquidos en general incluyendo solventes	25-40	84-350
Reciclaje y recuperación	25-120	105-420
<i>Tratamientos físico-químicos</i>		
• Neutralización, ácidos y bases	15-50	35-140
• Cianuros y metales pesados	200-250	105-1,120
Transporte	0.03 (ton/km)	0.14 (ton/km)

1. Información proporcionada por empresas prestadoras de servicios en México.

2. Información proporcionada por diez de las principales empresas dedicadas a la prestación de servicios en E.U.A. (AMCRESPAC-1990)

### *III. Infraestructura y servicios disponibles*

Los actuales costos operativos en el mercado nacional para las principales actividades de manejo de residuos peligrosos, comparados con los se registran en los E.U.A., se presentan en el cuadro anterior.

Es notable un nivel de precios muy bajo comparativamente a lo observado en los E.U.A. Esto es resultado de una demanda muy debil, ya que los costos de capital y operación son en principio muy similares entre los dos países. Sin duda, tal desfase limita la rentabilidad en las nuevas inversiones en un mercado que debe consolidarse y contar con mecanismos eficientes de inspección y vigilancia.

ASPECTOS  
JURÍDICO-  
NORMATIVOS  
Y CUMPLIMIENTO  
DE LA LEY



## **IV. ASPECTOS JURÍDICO-NORMATIVOS Y CUMPLIMIENTO DE LA LEY**

### **1. Marco regulatorio en materia de residuos industriales peligrosos**

El marco jurídico que define las regulaciones en materia de residuos peligrosos está señalado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que entró en vigor en marzo de 1988.

#### **• Disposiciones de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos**

Artículo 1. *"La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio Ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre la que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción..."*

Artículo 5. *"Son asuntos de alcance general en la nación o de interés de la Federación:  
XIX. La regulación de las actividades relacionadas con materiales o residuos peligrosos";*

Artículo 8. *"Corresponde a la Secretaría:  
VIII. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política general de ecología; la protección de la flora y fauna silvestre; el aprovechamiento de los recursos naturales; el ordenamiento ecológico general del territorio; y la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias;  
XI. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales y residuos peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud;  
XIV. Proponer al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen los efectos ecológicos de los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas en coordinación con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud y de Comercio y Fomento Industrial";*

- Artículo 29. *"Corresponde al Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría, evaluar el impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, particularmente tratándose de las siguientes materias:*
- VI. *Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como de los residuos radiactivos, y"*
- Artículo 150. *"La Secretaría, previa la opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos; y la Secretaría de Gobernación, determinará y publicará en el Diario Oficial de la Federación los listados de materiales y residuos peligrosos para efecto de lo establecido en la presente ley".*
- Artículo 151. *"La instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, rehuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos, requerirá de la autorización previa de la Secretaría".*
- Artículo 152. *"Los materiales y residuos que se definan como peligrosos para el equilibrio ecológico deberán ser manejados con arreglo a las normas técnicas ecológicas y procedimientos que establezca la Secretaría, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, y de Agricultura y Recursos Hidráulicos".*
- Artículo 153. *"La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las restricciones que establezca el Ejecutivo Federal. En todo caso deberán observarse las siguientes disposiciones:*
- I. *Corresponderá a la Secretaría el control y la vigilancia ecológica de los materiales o residuos peligrosos importados o a exportarse, aplicando las medidas de seguridad que correspondan, sin perjuicio de lo que sobre este particular prevé la Ley Aduanera;*
  - II. *Únicamente podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos para su tratamiento, reciclaje o rehuso, cuando su utilización sea conforme a las leyes, reglamentos y disposiciones vigentes;*
  - III. *No podrá autorizarse la importación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito, almacenamiento o confinamiento en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción*
  - IV. *No podrá autorizarse el tránsito por territorio nacional de materiales peligrosos que no satisfagan las especificaciones de uso o consumo conforme a las que fueron elaborados, o cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos o restringidos en el país al que estuvieren destinados; ni podrá*

IV. Aspectos jurídico-normativos y cumplimiento de la Ley

*autorizarse dicho tránsito de residuos peligrosos, cuando tales materiales y residuos provengan del extranjero para ser destinados a un tercer país;*

- V. *El otorgamiento de autorizaciones para la exportación de materiales o residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, quedará sujeto a que exista consentimiento expreso del país receptor;*
- VI. *Los materiales y residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, inclusive los regulados en el Artículo 85 de la Ley Aduanera, deberán ser retornados al país de procedencia dentro del plazo que para tal efecto determine la Secretaría;*
- VII. *El otorgamiento de autorizaciones por parte de la Secretaría para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos quedará sujeto a que se garantice debidamente el cumplimiento de lo que establezca la presente Ley y las demás disposiciones aplicables, así como la reparación de los daños y perjuicios que pudieran causarse tanto en el territorio nacional como en el extranjero, y*
- VIII. *En adición a lo que establezcan otras disposiciones aplicables, podrán revocarse las autorizaciones que se hubieren otorgado para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos, sin perjuicio de la imposición de la sanción o sanciones que corresponda, en los siguientes casos:*
  - a) *Cuando por causas supervenientes, se compruebe que los materiales o residuos peligrosos autorizados constituyen mayor riesgo para el equilibrio ecológico que el que se tuvo en cuenta para el otorgamiento de la autorización correspondiente;*
  - b) *Cuando la operación de importación o exportación no cumpla los requisitos fijados en la guía ecológica que expida la Secretaría;*
  - c) *Cuando los materiales o residuos peligrosos ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y*
  - d) *Cuando se determine que la solicitud correspondiente contenga datos falsos o presentados de manera que se oculte información necesaria para la correcta apreciación de la solicitud".*

En el siguiente orden jerárquico de la legislación se encuentra el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, el cual plantea procedimientos de registro e información

obligatorios para todo sujeto responsable de la generación, así como los lineamientos de manejo y disposición final, importación y exportación de los mismos. Este reglamento es de observancia en todo el territorio nacional y su aplicación compete a la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

- **Disposiciones derivadas del reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos**

**Cuadro 4.1**

Nivel de competencia	Funciones
<i>Federal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I. <i>Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de residuos peligrosos; así como sus autorizaciones, en los términos de Ley;</i></li> <li>II. <i>Expedir las Normas Oficiales Mexicanas y procedimientos para el manejo de los residuos peligrosos, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial; de Salud, de Energía, Minas e Industria Paraestatal y de Agricultura y Recursos Hidráulicos;</i></li> <li>III. <i>Controlar el manejo de residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, consumo, beneficio y transformación; producción, consumo, utilización, y de servicios;</i></li> <li>IV. <i>Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, rehuso, tratamiento recolección, incineración y disposición final de los residuos peligrosos;</i></li> <li>V. <i>Evaluar el impacto ambiental de los proyectos de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos;</i></li> <li>VI. <i>Autorizar la importación y exportación de residuos peligrosos, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes;</i></li> <li>VII. <i>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;</i></li> <li>VIII. <i>Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos peligrosos;</i></li> <li>IX. <i>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;</i></li> <li>X. <i>Promover la participación social en el control de los residuos peligrosos;</i></li> <li>XI. <i>Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos;</i></li> <li>XII. <i>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.</i></li> </ul>
<i>Estatal y municipal</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Otorgar licencias de uso del suelo.</i></li> <li><i>Evaluar el impacto ambiental de las estaciones de transferencia.</i></li> </ul>

En la siguiente escala del marco jurídico, se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de residuos peligrosos (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2**  
**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 incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-93.
NOM-055-ECOL- 93	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos.
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-058-ECOL- 93	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

Fuente: *Diario Oficial de la Federación* del 22 de octubre de 1993.

Es importante identificar ciertas limitaciones en la normalización en materia de residuos peligrosos con el objeto de solventarlas a la brevedad, teniendo en cuenta que el ejercicio normativo representa el fundamento de una política exitosa de manejo de residuos peligrosos.

- Hasta ahora las normas tienden a restringirse a la definición de los propios residuos, a pruebas para determinar su toxicidad e incompatibilidad y a ciertos requisitos para el diseño y operación de confinamientos.
- La normatividad debe estar referenciada a la mayor parte de las cadenas posibles y relevantes en el manejo de residuos peligrosos, incluyendo el tratamiento térmico, el reciclaje, la recuperación de materiales secundarios y la recuperación de energía, entre otros.
- Debe consolidarse un esquema normativo que considere de manera explícita la minimización en la generación de residuos, y no solamente arreglos tecnológicos al *final del tubo*.
- Debe buscarse la homologación de los listados mexicanos de los residuos peligrosos con respecto a otros listados (OCDE, Convenio de Basilea, EPA, etc.), para evitar incompatibilidades en diferentes interacciones comerciales, técnicas y de política.
- Es importante diferenciar a los residuos por su peligrosidad, tal como lo hace la OCDE (listados rojo, ámbar y verde), evitando ineficiencias en la gestión administrativa y en los sistemas de manejo, a través de un esquema de prioridades que tome en cuenta el riesgo ambiental asociado, y facilite la definición de políticas adecuadas.

- La orientación de la normatividad debe tomar en cuenta cambios tecnológicos que reduzcan la generación de residuos en la fuente o propicien su reuso o recirculación.
- Es necesario que la normatividad contemple para cada opción de manejo de residuos (confinamiento, reciclaje, etc.), condiciones de tratamiento previo en términos de estabilización termodinámica y cinética y de neutralización química, entre otras.
- La normatividad debe establecer criterios y procedimientos para la remediación de sitios contaminados por diferentes tipos de residuos, como lo pueden ser metales o hidrocarburos. También debe definir criterios que establezcan niveles óptimos de remediación, metas y objetivos.
- Es conveniente plantear una definición adecuada de residuos especiales, los cuales, a pesar de que no tienen características importantes de peligrosidad, requieren un manejo específico. Esto, dado que la frontera entre lo que es un residuo peligroso y otro que no lo es, puede ser bastante difusa.

## 2. Gestión institucional vigente para la regulación de licencias y autorizaciones

El procedimiento para la autorización de proyectos de manejo de residuos peligrosos se sintetiza en el cuadro siguiente (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3**

**Procedimiento que debe cumplir una empresa para obtener la autorización de instalación y operación para otorgar servicio de manejo de residuos peligrosos (estación de transferencia, recicladoras, incineradores, confinamientos controlados, entre otras)**

Requisito	Especificación	Marco legal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta intención a la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicando el alcance del proyecto; así como el tipo de residuo, instalación, área geográfica de influencia y tipo de administración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente (Artículos 5 fracción XIX y 6 fracciones XII Y XIII).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan rector del uso del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remitir copia actualizada de la autorización de uso del suelo otorgada por el Gobierno Estatal y/o Municipal, o ambos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Obras Públicas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener la autorización previa del sitio para la instalación y construcción de la infraestructura (exclusivamente para confinamiento controlado de residuos peligrosos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar estudio geohidrológico de detalle del sitio propuesto, el cual debe estar incluido dentro de los identificados por el INE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NOM-055-ECOL/93 selección de sitios para confinamientos controlados, o la norma que la sustituye.</li> </ul>

#### IV. Aspectos jurídico-normativos y cumplimiento de la Ley

---

<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar el Proyecto Ejecutivo de la instalación para su revisión y autorización.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Remitir los estudios, procesos, diagramas, planos, especificaciones, guías mecánicas, memorias de cálculo, así como diseños y manuales de operación, tomando en cuenta las normas técnicas vigentes o los términos de referencia respectivos y debidamente complementados con los planos, cortes y detalles a escala, de cada una de las partes integrantes del proyecto.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente (Artículos 8 fracción XI y 9 Apartado "A" fracción IX).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cumplir con el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar manifestación de impacto ambiental en la modalidad que señale la Dirección General de Ordenamiento ecológico e Impacto Ambiental.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículos 28, 29, 31, 32, 33 Y 34).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cumplir con el Estudio de Riesgo Ambiental.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anexar a la manifestación de impacto ambiental el estudio de riesgo en la modalidad que señale la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículo 32).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtener la autorización de funcionamiento en materia de contaminación ambiental de la DGOEIA.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acatar las condicionantes fijadas en la autorización del funcionamiento correspondiente, en función del análisis del proyecto ejecutivo y el resultado del protocolo de prueba.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículo 145).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cumplir con protocolo de pruebas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar la supervisión y pruebas previas de las instalaciones y equipos para establecer condicionantes, especificaciones y eficiencias en la operación de la estación. (Aire, residuos sólidos y seguridad)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (Artículo 10).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtener autorización para operar DGMRAR.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apegarse a las condicionantes generales que establece la normatividad ambiental en materia de residuos peligrosos, así como las específicas del proyecto.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de residuos peligrosos.</li></ul>

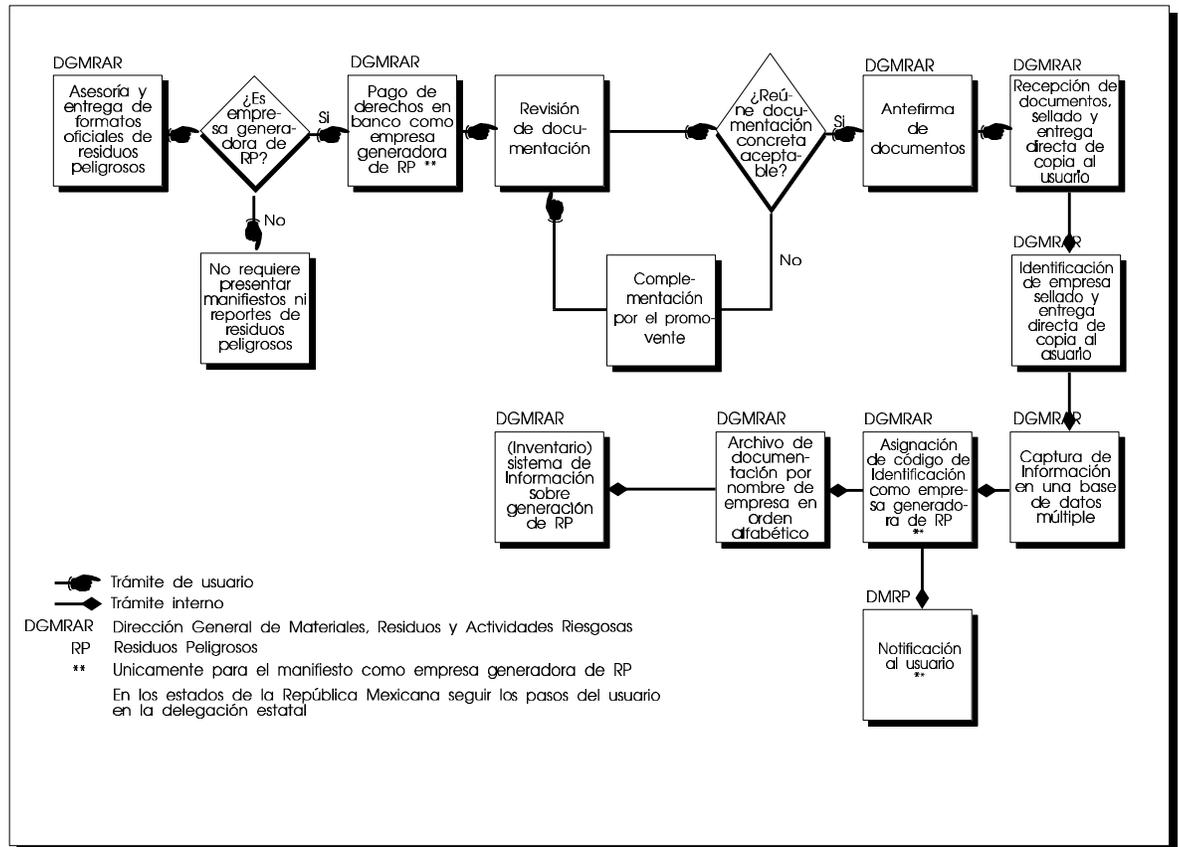
---

La base informativa para el seguimiento de los residuos peligrosos está constituida por los siguientes siete manifiestos, cuyo manejo y sistematización es también responsabilidad de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE:

- Para empresa generadora de residuos peligrosos.
- De entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.
- De reporte semestral de residuos peligrosos recibidos para reciclaje o tratamiento.
- De reporte mensual de residuos peligrosos confinados en sitios de disposición final.
- De reporte semestral de residuos peligrosos enviados para su reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento.
- Para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente.
- Para empresas generadoras eventuales de bifenilos policlorados.

A través de estos se identifican y caracterizan los residuos peligrosos generados y se informan el volumen y los medios para transportarlos, almacenarlos, reciclarlos, tratarlos o confinarlos. El manejo de estos manifiestos está planteado en la Figura 4.1.

**Figura 4.1**  
**Tratamiento de los siete manifiestos de residuos peligrosos.**



### 3. Inspección y vigilancia y cumplimiento de la normatividad

La vigilancia al cumplimiento del marco legal y las normas en materia de residuos peligrosos es una de las tareas sustantivas de protección al ambiente. Los sujetos de esta vigilancia abarcan empresas industriales, comerciales y de servicios que generen, almacenen, transporten, reciclen, traten o den disposición final a sus residuos peligrosos.

Con el propósito de verificar el cumplimiento ambiental, los procedimientos de inspección se apegan a la Ley de Procedimiento Administrativo y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. De acuerdo con ello, el procedimiento administrativo de inspección incluye las siguientes 4 etapas:

1. Visita de Inspección
2. Ofrecimiento y desahogo de pruebas
3. Emisión de la resolución correspondiente
4. Verificación del cumplimiento de la resolución.

Dentro de los procedimientos de inspección y vigilancia industrial se verifica el cumplimiento de la normatividad en materia de residuos peligrosos, especialmente en lo que se refiere a su almacenamiento, envasado y etiquetado y a su envío a confinamientos controlados o sistemas de reciclaje autorizados. Asimismo se revisa que la empresa cuente con una bitácora donde esté registrada la cantidad generada mensualmente de residuos y los movimientos de entrada y salida de su área de almacenamiento así como la presentación de manifiestos.

Tomando en cuenta que el concepto de manejo implica al conjunto de operaciones que incluyen almacenamiento, recolección, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final, aproximadamente en el 90% de las visitas de inspección realizadas a las industrias se detectaron irregularidades en el manejo de residuos peligrosos, siendo la mayor parte de estas industrias de escala pequeña y mediana. En general, este tipo de empresas presentan limitaciones muy severas para el manejo de sus residuos peligrosos, incluso en ocasiones, no tienen siquiera conocimiento de que existen regulaciones al respecto. En las visitas de inspección que se realizan cotidianamente, las irregularidades más frecuentes en materia de residuos peligrosos son:

- No se cuenta con una área de almacenamiento adecuada.
- Carecen de manifiestos como empresas generadoras de residuos peligrosos.
- No envían a confinamientos o a reciclaje sus residuos.
- No llevan bitácoras de generación mensual ni de movimientos de entrada y salida de residuos.
- Se carece de una caracterización adecuada de los residuos generados.

A partir de los resultados de las visitas de inspección, en particular cuando se verifica el cumplimiento de medidas dictadas, se tiene evidencia de que aproximadamente el 50% de las medidas correctivas ordenadas mediante resolución administrativas son cumplidas en tiempo y forma. Vale la pena comentar que tratándose de empresas grandes este porcentaje se incrementa hasta casi un 75%. En el caso del incumplimiento de estas medidas se aplican sanciones mayores e incluso la clausura.

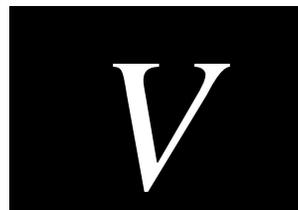
Un caso peculiar es el de los aceites gastados, los cuales son vertidos al drenaje, en la mayoría de los casos por pequeños generadores dispersos en el territorio nacional y ubicados principalmente en grandes zonas urbanas. Estos aceites constituyen una importante fuente de contaminación del suelo y del agua.

Puede decirse que en general, en materia de residuos peligrosos, y particularmente en la micro, pequeña y mediana industria, existe una débil aceptación de las responsabilidades ambientales.

En la industria maquiladora, que tiene obligación de devolver sus residuos a los Estados Unidos, se observa que se ha incrementado el cumplimiento de la legislación, ya que el volumen de estos residuos repatriados es creciente, como se observa en el siguiente cuadro:

	Toneladas				
	1992	1993	1994	1995	junio - 96
Baja California	1,976.00	12,993.00	12,510.00	12,382.00	9,485.00
Sonora	---	412.00	425.00	466.00	3.00
Chihuahua	627.408	557.456	1,290.243	1,576.007	775.219
Coahuila	210.696	233.390	1,512.063	380.564	254.09
Tamaulipas	9,100.00	7,822.18	10,982.58	18,381.97	9,301.55
<b>Totales parciales</b>	<b>11,914.00</b>	<b>22,018.42</b>	<b>26,719.88</b>	<b>33,186.54</b>	<b>19,819.47</b>

# CONTEXTO Y COMPROMISOS INTERNACIONALES



## V. CONTEXTO Y COMPROMISOS INTERNACIONALES

### 1. Compromisos y obligaciones a nivel internacional

El ingreso de México a la OCDE, las resoluciones adoptadas por los países participantes en el Convenio de Basilea y la experiencia observada en la aplicación de los acuerdos ambientales bilaterales y en el Tratado de Libre Comercio (TLC), hacen necesario identificar y evaluar las opciones de política con respecto al movimiento transfronterizo de residuos peligrosos. Las consideraciones al respecto deben partir de criterios objetivos y de una reflexión cuidadosa sobre la vasta gama de repercusiones e implicaciones asociadas con el tema.

El desarrollo de la regulación del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos en el ámbito de la OCDE data de 1984, cuando su Consejo adoptó la Decisión-Recomendación C(83)180(Final) (febrero 1 de 1984), en la cual se comenzó a manejar el concepto del consentimiento previo (PIC), que eventualmente se incorporaría al texto del Convenio de Basilea.

Durante 1986, el Consejo de la OCDE adoptó su Decisión-Recomendación C(86)64(Final) relativa a la exportación de residuos peligrosos desde el área de sus países miembros en virtud del cual extendió el régimen del PIC a países no miembros. Un par de años más tarde a través de la Decisión-Recomendación C(88)90(Final) del 27 de mayo de 1988, se estableció una definición para el concepto *residuo peligroso* que recogería más tarde el texto del Convenio de Basilea.

- **Convenio de Basilea**

El Convenio de Basilea fue adoptado con sus seis anexos el 22 de marzo de 1989 por 116 países signatarios y entró en vigor el 5 de mayo de 1992. México depositó su instrumento de ratificación el 22 de febrero de 1991. En la actualidad, el Convenio cuenta con 64 partes contratantes habiendo celebrado ya tres reuniones de la Conferencia de las Partes.

- *Principales disposiciones del Convenio de Basilea*

**Artículo 4.** *Establece las obligaciones generales de los países miembros de la Convención. Entre otras se prevén las relativas al principio del PIC y la imposibilidad de exportar residuos a aquellos países miembros que hayan prohibido la importación de tales residuos.*

*También destaca la obligación de asegurar la reducción de la generación de residuos al máximo, así como el no permitir la exportación de residuos a un país o grupo de ellos pertenecientes a una organización económica o política si se tiene razón para creer que carecen de los medios para dar un manejo ambientalmente seguro a los residuos importados. Finalmente, este artículo establece la obligación de no permitir la exportación o la importación a países no miembros del Convenio.*

**Artículo 6.-** *Quizá el más importante desde el punto de vista instrumental, contiene las disposiciones relativas a los movimientos transfronterizos de residuos entre las Partes del Convenio. En éstas se reitera y detalla la instrumentación del Consentimiento Previo Informado.*

**Artículo 11.** *Prevé la posibilidad de acuerdos paralelos relativos a los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos celebrados entre países miembros y no miembros a nivel bilateral, regional o multilateral siempre y cuando éstos estipulen medidas no menos estrictas ambientalmente que aquéllas prescritas por el Convenio de Basilea.*

A la fecha, el texto del Convenio no ha sido enmendado. No obstante lo anterior, su filosofía ha sido modificada sustancialmente a través de la prohibición de las exportaciones de residuos peligrosos destinados a su disposición final o a su recuperación, de países miembros de la OCDE a países no miembros de esa Organización.

➤ *Aspectos de la resolución UNEP/CHW.2/CRP.34 del Convenio de Basilea (25 de marzo de 1994)*

*"La Conferencia de las partes firmantes.....*

- 1. Decide prohibir de inmediato todos los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos destinados a su eliminación definitiva de países de la OCDE a países que no forman parte de esa Organización.*
- 2. Decide también suprimir al 31 de diciembre de 1997, y prohibir a partir de esa fecha, todos los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos destinados a operaciones de reciclado y de recuperación de países miembros de la OCDE a países que no forman parte de esa Organización.*
- 3. Decide además que todo Estado que no forma parte de la OCDE, en el que no exista una prohibición de importación de residuos peligrosos, y que permita la importación de éstos desde países miembros de la OCDE para operaciones de reciclado y recuperación hasta el 31 de diciembre de 1997, deberán in-*

*formar a la Secretaría del Convenio de Basilea que permiten la importación de residuos peligrosos para operaciones de reciclado y de recuperación especificando las categorías, y las cantidades que podrían importarse; el proceso específico de reciclado/recuperación que se utilizaría; el destino y la eliminación definitiva de los residuos derivados de las operaciones de reciclado/recuperación.*

4. *Pide a las Partes que informen regularmente a la Secretaría sobre la aplicación de la presente decisión e informen detalladamente acerca de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos permitidos. Además requiere a la Secretaría que prepare un resumen y una compilación de estos informes para ser examinados por el Comité Especial de Composición Abierta, mismo que presentará un informe basado en los datos proporcionados por la Secretaría a la Conferencia de las Partes en el Convenio.*
5. *Pide también a las Partes que cooperen y trabajen activamente para asegurar la aplicación efectiva de la presente decisión.*

La consideración fundamental adoptada por los redactores del Artículo 11 consistió en el reconocimiento de que no todos los países firmantes se encontrarían en la posibilidad de ratificar el Convenio. Por otro lado, ante esta posibilidad, se buscaba promover la celebración de acuerdos bilaterales o regionales reguladores de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos. De hecho, esta es la forma a través de la cual opera la relación México-Estados Unidos, quien no ha ratificado todavía el Convenio.

Conforme a los Artículos 4 y 11 del Convenio de Basilea, las Partes firmantes tienen la facultad de adoptar medidas incluso más estrictas que las dispuestas por su texto. En el marco del Anexo III, México permite la importación de residuos peligrosos sólo para su reciclaje. Tanto el Convenio como el Acuerdo reconocen el derecho de cada país a determinar lo que se entiende por residuos peligrosos.

- **Acuerdo de la Paz**

El Acuerdo de la Paz fue firmado por ambos países en 1983. Específicamente, el Anexo III de dicho Convenio, que fue suscrito el 12 de noviembre de 1986, regula el movimiento transfronterizo de desechos y sustancias peligrosas. Dentro de los principales criterios rectores en materia de residuos peligrosos que establece el Convenio de la Paz, es importante señalar la notificación del país exportador y el consentimiento por escrito del país importador, antes de iniciar la exportación. También se establece que los residuos peligrosos generados por materiales admitidos por cualquiera de los dos países para su procesamiento, serán retornados al país de origen; tal es el caso de los residuos generados por la industria maquiladora. Asimismo, señala que cuando los ecosistemas sufran

algún daño por el inadecuado manejo de los residuos, éstos deberán ser restaurados, además de que mediante compensación, deberán restituirse los daños causados a personas, propiedades y al medio ambiente.

- ***Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)***

La OCDE es una entidad intergubernamental, la cual agrupa a 27 países industrializados. México, a partir de 1994, se ha constituido como miembro de la OCDE, lo que implica asumir una posición clara respecto al cumplimiento de las decisiones del Consejo de Ministros de ese organismo.

➤ *Objetivos básicos de la OCDE*

- ✓ Lograr la mayor disponibilidad de crecimiento económico y de empleo, elevando los estándares de vida en los países miembros, mientras se mantiene una estabilidad financiera y con ello contribuir al desarrollo de la economía mundial.
- ✓ Contribuir a la expansión de una economía sólida en los países miembros, así como en los no miembros en el proceso de desarrollo económico.
- ✓ Contribuir en la expansión comercial del mundo en una base multilateral, no discriminatoria, de acuerdo con obligaciones internacionales.

La OCDE ha sido pionera en iniciativas de manejo ambientalmente seguro de los residuos peligrosos y en el control de su movimiento transfronterizo. Sus principios de acción en la materia están reflejados en diversas directivas sobre supervisión y control de los embarques transfronterizos de residuos dentro de su área y fuera de ella, así como diferentes opciones de gestión, entre las que se encuentran:

- ✓ Abatimiento de la generación de residuos peligrosos.
- ✓ Separación de sus componentes reutilizables en la fuente.
- ✓ Reúso de manera directa en la fuente.
- ✓ Tratamiento físico y/o químico, para su recuperación o reúso.
- ✓ Destrucción por medios físicos y/o químicos (como la incineración).
- ✓ Almacenamiento permanente en confinamientos controlados.

En el área ambiental, cinco de las trece decisiones adoptadas por el Consejo se refieren al manejo de residuos peligrosos y a su movimiento transfronterizo.

**Decisiones adoptadas por la OCDE en materia de manejo transfronterizo de residuos peligrosos**

---

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

---

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 competentes de los países involucrados datos oportunos y adecuados concernientes a los movimientos transfronterizos. Destaca el principio de que los residuos peligrosos sean manejados de tal manera que se proteja a los seres humanos y al ambiente mediante sistemas e instalaciones apropiadas, que garanticen el control en la generación, el transporte, manejo y disposición final, y el cumplimiento de las leyes y regulaciones en la materia.

Adicionalmente, en virtud de la persistencia en el ambiente y de la peligrosidad de los bifenilos policlorados (BPC), el Consejo de la OCDE adoptó también la siguiente Decisión/Recomendación, que implica la disposición final adecuada y la regulación del movimiento transfronterizo de los mismos:

---

C(87)/2 Final	Medidas adicionales para la protección del ambiente mediante el control de los bifenilos policlorados
---------------	---

---

- *Criterios establecidos por la OCDE para la clasificación y el manejo de residuos.*
- ✓ los residuos incluidos en la lista **verde** son aquellos cuya movilidad está definida a través de transacciones comerciales normales y se refiere a residuos que no se consideran peligrosos.
  - ✓ los residuos incluidos en la lista **ámbar** 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 residuos incluidos en la lista **roja** están sujetos a controles estrictos que implican un acuerdo y una notificación, embarque por embarque.

La OCDE enfatiza la necesidad de evitar movimientos transfronterizos que no cumplan con las leyes y regulaciones aplicables en los países receptores, y de requerir que las instancias involucradas en el transporte y disposición final de los residuos peligrosos estén autorizadas para ello. Igualmente, sujeta a:

- ✓ que el transporte y la disposición de sus residuos sean acordes con las leyes y regulaciones de los países a los que se destinan
- ✓ verificar que las instancias que participen en el movimiento estén autorizadas y asuman las responsabilidades de su manejo adecuado
- ✓ su repatriación, en caso de que no se complete el procedimiento hasta su disposición final segura
- ✓ vigilar y controlar los movimientos de esos residuos hacia aquellos países no pertenecientes a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico
- ✓ asegurar que las autoridades involucradas tengan competencia para prohibir su exportación en los casos que así se requiera
- ✓ garantizar que el control sea igualmente estricto cuando se movilizan los residuos entre los países miembros de la OCDE como fuera de ellos
- ✓ prohibir el movimiento transfronterizo si no se cuenta con el consentimiento del país receptor y no se ha notificado a los países por los que transiten
- ✓ prohibir movimientos si el país receptor no cuenta con instalaciones adecuadas para su disposición
- ✓ que los residuos peligrosos no sujetos a procesos de recuperación, en la medida de lo posible, se dispongan dentro del propio territorio nacional en el que se generen
- ✓ que en el caso en que sea necesario realizar movimientos transfronterizos, éstos se reduzcan al mínimo y se efectúen en forma ambientalmente segura
- ✓ los países miembros de la OCDE, deberán mantener un sistema permanente de identificación de los residuos que no puedan manejarse de manera ambientalmente segura en su territorio, e impulsar el establecimiento de nueva infraestructura apropiada para su manejo y en caso de requerirse, establecer planes bilaterales o regionales de cooperación en la materia

En cuanto a los BPC, el Consejo de la OCDE decidió prohibir las actividades de manufactura, importación, exportación 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 se deja abierta la posibilidad de ciertos usos, sobre todo cuando no existan sustitutos ni posibilidades de contaminación ambiental y exposición humana.

## **2. Movimiento transfronterizo**

Actualmente, entre México y Estados Unidos se da un activo movimiento transfronterizo de residuos peligrosos. Por un lado, la industria maquiladora retorna residuos peligrosos al vecino país del norte, en los términos del Artículo 153 de la LGEEPA, mientras que un importante número de grandes empresas exportan residuos a los Estados Unidos e incluso a Europa. Por otro lado, varias empresas mexicanas dedicadas al reciclaje o a la recuperación de materiales secun-

V. Contexto y Compromisos Internacionales

darios importan legalmente residuos que son utilizados como materia prima en diferentes procesos industriales. Además se debe tener en cuenta que un volumen no cuantificado, pero que se estima decreciente, de movimientos clandestinos hacia México tiene por objeto disponer ilegalmente residuos peligrosos generados en Estados Unidos.

**Importaciones 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	0.00	45,000 pzas
Llantas	539,980 pzas	338,653 pzas
Tambores	59,666 pzas	36,010 pzas
<b>Total: (toneladas)</b>	<b>108,500</b>	<b>61,400</b>

**Exportaciones de BPC (toneladas)**

Destino	1995	1996 (Julio)	Total
Finlandia (EKOEM)	1,255.60	94.32	1,349.92
Inglaterra (RECHEM)	199.95	0.00	199.95
Inglaterra (CLEANAWAY)	0.00	119.41	119.41
Estados Unidos (PORT ARTHUR)	0.00	20.00	20.00
<b>Total:</b>	<b>1,455.55</b>	<b>233.73</b>	<b>1,689.28</b>

**Otras exportaciones**

Características	1995	1996 (Junio)	Total
Residuos sólidos	3,713.00	3,484.00	7,197.00
Residuos líquidos	7.00	96.00	103.00
Contenedores	10.00	9.00	19.00
<b>Total:</b>	<b>3,730.00</b>	<b>3,589.00</b>	<b>7,319.00</b>

Conversiones: 1 litro = 0.001 ton      1 llanta = 0.006 ton      1 tambor = 0.02 ton  
1 batería = 0.012 ton

NOTA: No se consideran las guías ecológicas que emitieron las Delegaciones a nivel regional para el retorno de residuos de la industria maquiladora.

Se estima que se elaboraron Guías Ecológicas para el retorno de aproximadamente 40,000 toneladas en 1995.

El ingreso de México a bloques comerciales de reciente creación, como es el Tratado de Libre Comercio con Canadá y Estados Unidos, supone un incremento en el volumen del intercambio de bienes y productos y plantea nuevos

retos y oportunidades tanto para el desarrollo económico nacional como para las relaciones exteriores. Algunos de los aspectos de mayor importancia del tránsito transfronterizo normado por los diferentes compromisos internacionales suscritos por México, se relacionan a continuación:

- Los residuos pueden ser una fuente valiosa de materiales secundarios, que impida la explotación de recursos naturales escasos o muy costosos, y que sustituya insumos vírgenes cuya extracción y utilización puede provocar impactos ambientales considerables. Algunos ejemplos de residuos con un alto valor son chatarras, minerales, aceites y lubricantes usados, disolventes gastados, escorias metálicas, polvos de instalaciones siderúrgicas, plásticos, catalizadores usados, papel y cartón.
- Existen algunas instalaciones industriales en México, que se dedican a actividades de recuperación de materiales secundarios a partir de residuos importados. La operación de estas industrias, garantizando el cumplimiento de la legislación ambiental, puede significar un balance neto positivo para la nación en términos económicos, sociales y ecológicos.
- Existe un activo comercio de residuos peligrosos para reciclaje, recuperación de materiales secundarios, disposición final, incineración, destrucción termoquímica y recuperación de energía entre los países miembros de la OCDE. Incluso, varios países que no son miembros de ella y que carecen de recursos naturales propios a costos accesibles, han desarrollado una importante base industrial, de la cual dependen miles de empleos y un considerable volumen de ingresos. Tal sería el caso de Taiwan, Corea y Hong Kong, entre otros. Además, muchos de estos materiales ostentan precios positivos, lo que demuestra que económicamente no se trata de residuos o de basura.
- Existen pronunciadas economías de escala en las tecnologías de reciclaje y recuperación de materiales secundarios, por lo que, en ocasiones, cuando el potencial del mercado local es muy limitado se inhibe el desarrollo de estas industrias, lo que provocaría que residuos domésticos tendrían que destinarse a tiraderos o a confinamientos.
- Es preciso aplicar todos los recursos normativos e institucionales para evitar y penalizar el movimiento transfronterizo clandestino de residuos, y sujetarse plenamente a los procedimientos de información y consentimiento previo entre países.

# ORIENTACIONES Y PRINCIPIOS

*VI*

## VI. ORIENTACIONES Y PRINCIPIOS

El tomar decisiones para el control de los residuos peligrosos, tiene implicaciones técnicas, económicas y jurídicas, que necesariamente deben tomar en cuenta, en su justa dimensión, a los principios siguientes:

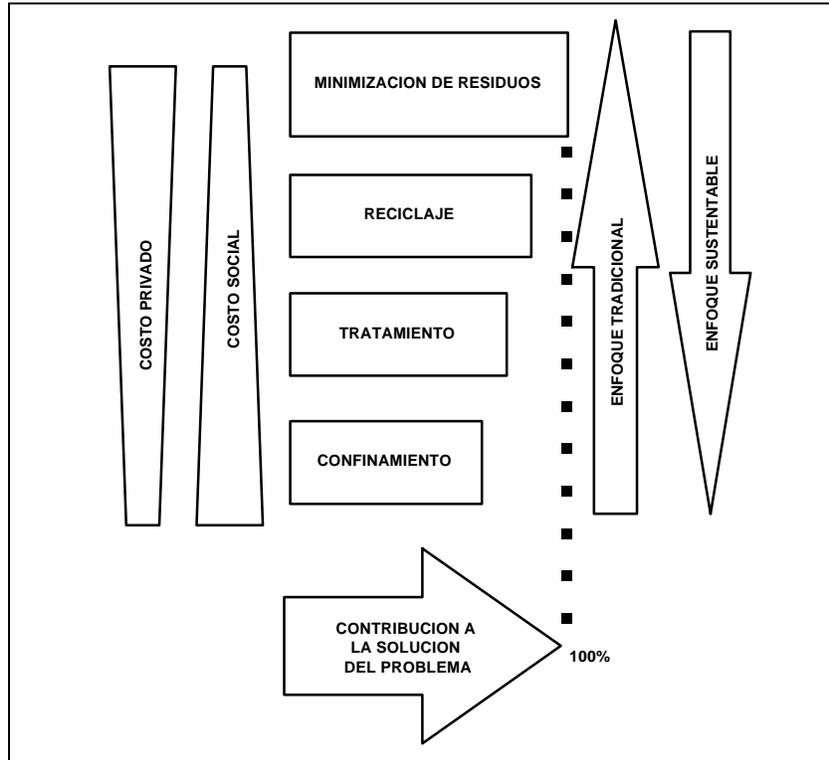
- Promover la minimización de la cantidad de residuos peligrosos y los riesgos inherentes a su manejo y disposición final, básicamente, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez más *limpios*.
- Fomentar la recuperación de material secundario, principalmente para su reciclaje o su disposición final controlada cuando tal reciclaje no sea posible o económicamente viable.
- Asegurar una adecuada internalización de los costos ambientales en la generación y manejo de residuos.
- Favorecer la participación y coordinación estrecha entre la autoridad regulatoria y las empresas involucradas en el manejo y disposición de residuos peligrosos y, en general, la participación de la sociedad dentro de modalidades flexibles y creativas que aseguren la corresponsabilidad necesaria.

Deben orientarse las prácticas para el manejo de los residuos peligrosos de acuerdo con el paradigma que privilegia las acciones de reciclaje sobre las orientadas a tratarlos y confinarlos, como se muestra en el esquema de la figura 6.1, el cual establece las prioridades a considerar para el control de los residuos peligrosos, comparando las soluciones adoptadas en cuanto a sus costos presentes y futuros.

La solución más racional es, sin duda, evitar la generación del residuo, por medio de la aplicación de las llamadas *tecnologías limpias* que posibilitan la corrección del problema en su origen. Esta solución puede ser adoptada en industrias nuevas o en aquellas que sustituyen sus instalaciones productivas por otras más modernas.

En el otro extremo de la gama de soluciones posibles, está el tradicional manejo que se les da a los residuos peligrosos, a través de tecnologías de tratamiento y confinamiento. En esta solución, de costo aparentemente más reducido, no se considera todavía el costo diferido de la rehabilitación futura de áreas que pueden contaminarse con los materiales desechados y que constituyen un pasivo ambiental para la fuente generadora del residuo.

**Figura 6.1**  
**Generación y demanda.**  
**Lineamientos y políticas de control.**



La escala de prioridades para el control de los residuos peligrosos, se ejemplifica a continuación:

- **Prevención**

La prevención de la generación de residuos es una opción en nuevas industrias o en el rediseño de procesos. Si se trata de una industria que intenta exportar sus productos, el empleo de tecnologías *limpias*, es decir, tecnologías que posibilitan una producción sin generación de residuos, va a facilitar su certificación futura por el sistema de normas ISO 14000. Estas normas, muy pronto se considerarán indispensables para los productos manufacturados de exportación por industrias potencialmente contaminantes.

- **Reducción**

La reducción de la generación se alcanza normalmente por dos vías: o bien se utilizan materias primas e insumos más puros y adecuados que generen menos desechos, o se instalan sistemas de control de producción que reduzcan los desperdicios innecesarios. Además, los Programas de Calidad Total (TQM) adoptados por las industrias si bien se orientan hacia la calidad del producto, contribuyen también a la calidad ambiental, cuando reducen las pérdidas de materiales en la producción.

- **Reciclaje**

El reciclaje es otro enfoque aplicable a los residuos peligrosos generados por algunas industrias. Gracias al reciclaje de ciertos materiales contenidos en los residuos, es posible absorber por lo menos una parte de estos costos a través de la valorización de subproductos. Se logra así una ganancia adicional para la empresa generadora del residuo y se reducen sus costos totales con la protección ambiental. En muchos casos es posible la reutilización interna de residuos que, después de pasar por un proceso de purificación, pueden utilizarse como materias primas.

- **Tratamiento**

Los tratamientos físico-químicos de residuos peligrosos, incluyendo la destrucción térmica, son otra posibilidad para reducir la cantidad de materiales contaminados para los cuales no es viable aplicar las soluciones antes descritas.

- **Confinamiento**

Finalmente, la solución aparentemente más simple y frecuentemente más económica, es la instrumentación de confinamientos controlados, los cuales representan una alternativa para disponer las cenizas de los incineradores, los materiales de otros sistemas de tratamiento, así como algunos residuos que no tienen ninguna posibilidad de reciclaje.

De manera conceptual y gráfica, es conveniente integrar estas ideas en un diagrama que engloba todas las opciones y que debiera representar la operación de *Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI)*, como elementos estratégicos de un sistema nacional de manejo.

# OBJETIVOS



## **VII. OBJETIVOS**

- *Asegurar el manejo adecuado de más de la mitad de los Residuos Industriales Peligrosos al año 2000 y sentar las bases para una ampliación progresiva de esta cobertura.*
- *Promover la minimización en la generación de los Residuos Industriales Peligrosos y en los riesgos inherentes a su manejo, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez más 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 residuos con alto valor comercial en el mercado, como para materiales secundarios producto del tratamiento de aquéllos.*

# INSTRUMENTOS



## **VIII. INSTRUMENTOS**

La atención a los problemas ambientales y la inducción de nuevos procesos de desarrollo con una dimensión de sustentabilidad, demanda de importantes esfuerzos para coordinar las decisiones privadas con objetivos públicos. Esto puede lograrse a través de la utilización de una amplia gama de instrumentos que hacen disponibles la legislación y las instituciones vigentes, los cuales constituyen las herramientas fundamentales de actuación tanto del gobierno como de la sociedad.

Cada instrumento tiene un ámbito particular de aplicación, y diferentes condiciones de alcance, eficacia, y costo/efectividad. No todo instrumento puede generalizarse para afrontar cualquier tipo de problema o para acceder a cualquier tipo de objetivos. Algunos instrumentos pueden ser aplicables a procesos atomizados o a conductas generalizadas, ésto es, su cobertura es de amplio espectro. Otros instrumentos tienen mayor especificidad y sólo pueden imponerse a conductas o a proyectos claramente determinados en el tiempo y el espacio.

Un tipo adicional de instrumentos son aptos para incidir en las decisiones de inversión o en niveles iniciales de las cadenas productivas, otros se prestan mejor a ser aplicados a nivel de los procesos de distribución y consumo, o bien, en etapas posteriores, tratándose de disposición final. También vale tomar en cuenta, que en ciertos casos es más fácil y eficiente coordinar decisiones y conductas en favor de un interés ambiental colectivo a través de medidas inductivas que promuevan la cooperación y el compromiso voluntario, basados en una información objetiva y sistemática y que, en otras circunstancias es preciso recurrir a medidas coactivas. Con frecuencia por razones de flexibilidad y de minimización de costos sociales será conveniente diseñar mecanismos que al afectar los precios relativos, tiendan a modificar las decisiones individuales, arrojando conductas colectivas congruentes con objetivos sociales de protección ambiental y sustentabilidad.

En México, conforme se ha ganado consenso y experiencia y se ha fortalecido la gestión ambiental, se han incorporado y desarrollado instrumentos que son aplicables a todo el universo de actores y actividades, y que pueden generar resultados ambientales eficaces en una amplia gama de circunstancias. Así, en este caso, mientras se consolida y amplía el instrumental de política ecológica se establecen nuevos balances y horizontes reales de aplicación entre tales instrumentos. Los instrumentos más importantes en materia de residuos industriales peligrosos se señalan a continuación:

## **1. Regulación directa de materiales y residuos peligrosos y riesgo**

La regulación directa incluye a todo el sistema de permisos, autorizaciones y manifiestos que se aplican a la generación y manejo de residuos, y que están previstos en la legislación.

## **2. Evaluación de impacto ambiental**

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta para generar información ambiental que el mercado no alcanza a recabar ni transmitir, y también, con ello, un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo y beneficio social en cada proyecto de desarrollo. Esto permite proponer medidas técnicas para minimizar los primeros o ampliar los segundos de tal manera que el balance ambiental de un proyecto resulte lo más favorable posible.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de aplicación específica y requiere de analizar las particularidades de cada caso, ejerciendo una regulación en distintos planos y etapas. Es un instrumento ideal para la regulación ambiental de proyectos y actividades de manejo de residuos caracterizados por su bajo número y alta singularidad, magnitud considerable y gran especificidad regional, sectorial o tecnológica.

## **3. Estudios de riesgo**

Para la atención del riesgo ambiental existen los estudios de riesgo como instrumento de carácter preventivo vinculado al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, cuando se trata de nuevos proyectos.

El estudio de riesgo se requiere en aquellas actividades que manejan materiales y operan procesos peligrosos, con objeto de identificar el potencial de afectación a la población, a las propiedades y al ambiente, ya sea por su ejecución, operación normal o en caso de accidente. Los estudios de riesgo ambiental incluyen la identificación de riesgos en actividades industriales así como medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas ante contingencias como pueden ser explosiones, incendios, fugas o derrames. En el marco de la evaluación de los estudios de riesgo, se pide, en los casos que así lo ameritan, la presentación de programas para la prevención de accidentes, a través del procedimiento de impacto ambiental.

Tanto en el caso de los estudios de riesgo como de los programas para la prevención de accidentes se contempla, en los términos de la ley, la definición de

zonas intermedias de salvaguardia, como esquema de ordenamiento territorial específico a la minimización de riesgos.

#### **4. Normatividad**

La expedición de normas es uno de los pilares de la política ecológica, y se constituye como un esfuerzo regulatorio para adecuar las conductas de agentes económicos a los objetivos sociales de calidad ambiental.

A raíz de la publicación de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en 1992, se modernizó y perfeccionó el esquema normativo de México, en la medida en que el diseño y expedición de normas en materia ambiental ha quedado sujeto necesariamente a la realización de estudios técnicos y de análisis de costo/beneficio. El procedimiento incluye la participación de diferentes interesados y representantes de sectores de actividad económica, a través del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental. El Comité cuenta con el subcomité de materiales y residuos sólidos y peligrosos.

Las NOM son un instrumento muy poderoso, no sólo por su capacidad de controlar los procesos productivos, sino particularmente por su capacidad de inducir cambios de conducta e internalizar costos ambientales, lo que las convierte en un mecanismo que promueve cambios tecnológicos y genera un mercado ambiental importante.

Las normas definen el mercado, en tanto que dimensionan las áreas de servicios de manejo de residuos peligrosos abiertas a la actividad empresarial. De esta manera, el volumen de residuos considerados como peligrosos queda acotado en la clasificación preestablecida en la normatividad respectiva. De igual manera, los criterios y condiciones limitantes que se dictan para la operación de sistemas de tratamiento, reciclaje, combustión y confinamiento, determinan las tecnologías que dominarán el mercado.

#### **5. Información**

La información ambiental es fundamental para establecer horizontes de política, objetivos y prioridades, para evaluar el desempeño de las propias políticas. Igualmente, la información contribuye a facilitar la acción colectiva y ensanchar los márgenes de maniobra de la autoridad al crear y documentar consensos sociales.

La información confiable, completa y oportuna es, desde luego, un requisito para la toma de decisiones y para poder mantener informado al público. Un sistema de información debe integrarse con elementos clave del sistema de precios, datos sobre el estado del medio ambiente, indicadores de tendencias y ho-

rizontes y valuación económica de costos y beneficios sociales y ambientales, estado real de los ecosistemas y elementos del medio ambiente, sistemas permanentes de datos estadísticos sobre contaminantes en suelos, aire, ríos y mares de toda la República, así como un análisis de los elementos y recursos científico/tecnológicos con que cuenta el país. Los indicadores identifican las variables clave dentro de procesos dinámicos de cambio ambiental, registran la evolución del ambiente, y de esta forma dirigen la atención pública hacia el verdadero espacio de oportunidades de política.

## **6. Concertación y concurrencia**

Existen en la actualidad diversas instancias del diseño de la gestión y la política ambiental en las que participan activamente ciudadanos o sectores organizados de la población, tanto instituciones académicas y grupos de interés como organismos no gubernamentales. Estos pueden integrarse en ámbitos técnicos, administrativos, económicos y consultivos para asumir responsabilidades en una tarea importante de diseño y aplicación de políticas ambientales y en la atención de problemas específicos. De hecho, la concertación para promover la participación y la corresponsabilidad social en la gestión ambiental, se constituye en un instrumento muy poderoso para ampliar las capacidades y los alcances de la política, así como de planes, programas y proyectos.

## **7. Instrumentos económicos**

El objetivo principal de los instrumentos económicos es lograr de manera eficiente la internalización de costos ambientales, haciendo que el responsable de los mismos sea quien los asuma plenamente. Estos instrumentos, presentan ventajas que los hacen atractivos e indispensables en la confección de políticas públicas en materia de residuos.

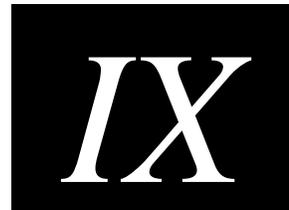
- Permiten cumplir con objetivos ambientales a un costo social mínimo.
- Dan flexibilidad a los agentes económicos en la toma de decisiones.
- Reconocen y aprovechan las diferentes estructuras de costos incrementales que enfrentan distintas empresas, procesos y tecnologías.
- Establecen un incentivo permanente para la innovación tecnológica y la minimización de impactos ambientales.
- Pueden significar un mecanismo automático para el financiamiento de la infraestructura, operación de sistemas y manejo de recursos comunes ambientales.
- Pueden generar una recaudación fiscal etiquetable para programas de protección ambiental.
- Generalmente implican bajos costos administrativos o de transacción, aprovechando las instituciones existentes sin necesidad de crear nuevas burocracias.

- Permiten compatibilizar objetivos de política económica con objetivos de política ambiental.
- Pueden ser un mecanismo indispensable para llevar a cabo un manejo eficiente de recursos comunes ambientales.

## **8. Inspección y vigilancia**

En gran medida el éxito de los instrumentos regulatorios planteados depende de que existan instancias de verificación de su cumplimiento. Sin ellas estaríamos ante un vacío que haría que su efectividad fuera mínima. Estas actividades requieren gran cantidad de recursos materiales y particularmente humanos.

ESTRATEGIAS,  
PROYECTOS  
Y ACCIONES



## **1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN EMPRESAS INDUSTRIALES**

Se entiende por minimización de residuos en una industria a un proceso de adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los subproductos generados que precisan un tratamiento o eliminación final. Esto se consigue por medio de la reducción en su origen y, cuando ésta no es posible, a través del reciclaje o la recuperación de materiales secundarios.

La minimización constituye una opción ambientalmente prioritaria para resolver los problemas asociados a los residuos y también una prometedora oportunidad microeconómica, para reducir costos de producción y aumentar la competitividad de las empresas.

Frente al aumento en los costos de tratamiento y eliminación de los residuos, la minimización supone ahorros importantes en costos de manejo y en el consumo de materiales. Las inversiones tendientes a la minimización pueden ser con frecuencia rentables. Independientemente, la minimización puede reportarle a las empresas una mucho mejor imagen entre sus consumidores y mejoras en la calidad de sus productos y en el ambiente de trabajo. La minimización es una filosofía y una práctica de calidad ambiental total a través de la optimización de procesos, que trasciende las decisiones tradicionales *postproductivas* o *al final del tubo*, que sólo intentan resolver problemas una vez que éstos se han generado.

La industria mexicana está sometida a una regulación ambiental cada vez más amplia y profunda, y las preocupaciones ambientales sobre la industria mexicana trascienden su ámbito inmediato de repercusión y alcanzan a incidir en los procesos comerciales y políticos tanto a nivel lateral como bilateral.

La minimización requiere de incentivos y de recursos humanos y técnicos que permitan sustituir el manejo relativamente primitivo que hoy se hace de ellos por prácticas eficientes de reducción, reciclaje y recuperación.

Aunque la minimización constituye una alternativa prioritaria para atender los problemas planteados por los residuos peligrosos, es importante señalar que no es una panacea, y que no puede abarcar a todas las corrientes de residuos generados en la industria. Siempre habrá una proporción importante de residuos que requerirán un manejo al final del proceso.

- **Planificación y organización para la minimización de residuos**

Un plan de minimización demanda el apoyo decidido de la dirección de la empresa y de las áreas de producción y un convencimiento de que los beneficios privados y públicos del plan superan a los costos. Debe siempre de tenerse en cuenta al hacer la evaluación, los costos directos asociados al manejo convencional de residuos, los costos ocultos del manejo tradicional de residuos, además de los costos asociados a riesgos y responsabilidades futuros.

El plan de minimización de residuos dentro de una empresa debe contar con objetivos claros, que sean consistentes con el resto de los objetivos de la empresa, flexibles y cuantificables, así como comprensibles para todos los empleados, además de alcanzables con los medios materiales y humanos disponibles.

Las empresas, especialmente las medianas y grandes, deben crear dentro de su estructura un puesto técnico y administrativo responsable de la minimización que esté dotado de autoridad, de recursos, de acceso directo a la dirección y de la posibilidad de familiarizarse con todos los procesos de la empresa, así como de liderazgo y capacidad de gestión.

El plan de minimización debe partir también de una auditoría donde se identifiquen las corrientes de residuos, se caracterizen y cuantifiquen, y donde se determinen las causas fuentes y procesos al igual que los costos completos de su manejo. La minimización, como es obvio, no puede ser responsabilidad de una sola persona o departamento dentro de las empresas, sino que debe integrar funcionalmente a todas las áreas operativas, como son: departamento legal, financiero, de ingeniería de proceso, producción, control de calidad, mantenimiento, investigación y desarrollo, mercadotecnia, compras y almacén, seguridad e higiene y medio ambiente.

- **Clasificación e identificación de corrientes prioritarias**

Los planes de minimización requieren clasificar y priorizar las corrientes de residuos de acuerdo a su importancia en términos de la regulación existente, su peligrosidad, consumo de materiales y energía, costos actuales y previstos, posibles responsabilidades futuras, riesgo para los trabajadores, riesgo para el ambiente, potencial de minimización e importancia para la imagen pública de la empresa. Para ello pueden utilizarse matrices de decisión, concentrando el análisis en procesos unitarios de especial relevancia, más que en corrientes aisladas.

- **Identificación de opciones de minimización**

Este es un proceso muy creativo, pues las opciones dependen de las peculiaridades de cada empresa, de su experiencia, información y de la capacidad de

sus equipos de trabajo. Las opciones pueden incluir la reducción en su origen, el reciclaje en el mismo proceso donde se generan, el reciclaje en otros procesos de la misma empresa, o la recuperación de materiales secundarios y el aprovechamiento del contenido energético de los residuos.

Generalmente las opciones de minimización incluyen el mejoramiento en las prácticas de control de calidad, la sustitución de materias primas, el tratamiento previo de las mismas, la optimización de reacciones químicas, la reformulación de productos, la modificación de equipos, cambios en la secuencia de producción o modificaciones de diseño. Esto que significa una modificación en los procesos productivos, puede traer ahorros importantes a través de un abatimiento en el consumo de materias primas, de energía, una reducción en los costos de manejo de residuos, incrementos en la capacidad de producción, mejoras en la calidad de los productos y reducción en los costos operativos.

- ***Normas Voluntarias por Sector Industrial.***

Las normas son un pilar de la política ecológica, sin embargo en el pasado reciente han sido consideradas básicamente como un instrumento coercitivo, lo cual ha llevado a una situación estática entre las empresas y la autoridad ambiental, inhibiendo en la práctica la evolución tecnológica y complicando el alcance de los objetivos de protección ambiental. Con el tiempo se ha hecho evidente la necesidad de superar este enfoque normativo, accediendo a nuevos esquemas de regulación que consideren aspectos de productividad, posibilidades de cambio tecnológico y eficiencia ambiental global, incorporando explícitamente el propósito de favorecer la adopción de tecnologías limpias y prácticas de prevención de la contaminación.

En este contexto, las normas voluntarias constituyen un instrumento dinámico que estimula el cumplimiento creciente de objetivos ambientales y la competitividad industrial, fortaleciendo a la vez la capacidades de autogestión y la cultura de responsabilidad ambiental de las empresas. De acuerdo con sus capacidades de gestión ambiental e institucional se iniciará la promoción de normas voluntarias en los siguientes giros industriales :

- Fabricación de jabones y detergentes
- Fabricación y ensamble de equipo electrónico
- Fabricación de productos químicos básicos orgánicos
- Fabricación de productos químicos básicos inorgánicos

- ***Proyectos y acciones***

La minimización resulta de decisiones internas en las empresas, aunque desde luego estas decisiones pueden ser inducidas o favorecidas por un marco de incentivos

adecuado que incluya normas, instrumentos económicos, promoción de autorregulación, información y concertación. En este sentido se plantea, para promover la minimización en empresas industriales, desarrollar las siguientes acciones:

---

#### Proyectos y acciones

---

- Fortalecimiento de la inspección y vigilancia para asegurar la internalización plena de costos en empresas industriales, de tal forma que la minimización se consolide como opción competitiva.
  - Promoción y fomento de normas voluntarias a través de convenios de autorregulación que tiendan al cambio de insumos, rediseño de procesos, reciclaje o recuperación de materiales secundarios.
  - Promoción de las normas ISO 14000 y su generalización entre las grandes empresas industriales.
  - Identificación de corrientes críticas de residuos en la micro y pequeña industria, y diseño de mecanismos regulatorios o de concertación que tiendan a sustituir las materias primas precursoras (sustancias orgánicas cloradas, metales pesados).
  - Apoyo y desarrollo del *Centro Mexicano para la Producción más Limpia*, como mecanismo de documentación y difusión de tecnologías de minimización.
-

## **2. FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO Y NORMATIVO**

La normatividad y el marco jurídico general constituyen instrumentos de regulación estratégicos para adecuar conductas productivas, minimizar o evitar riesgos ambientales, inducir el manejo adecuado de los residuos y ofrecer certidumbre a la inversión en la infraestructura y los bienes de capital necesarios.

- ***Nueva normatividad***

- Disposición final de envases y recipientes que contuvieron residuos peligrosos.
- Secuencias de manejo de residuos peligrosos en donde se obligue a la estabilización y neutralización antes del confinamiento, se prohíba que residuos en estado líquido sean confinados, y se privilegien las oportunidades para el reciclaje y aprovechamiento.
- Manejo de sustancias químicas precursoras de residuos peligrosos prioritarios.
- Estandarización de técnicas de muestreo para el análisis de residuos peligrosos.
- Requisitos y especificaciones para el manejo de lubricantes gastados.
- Tratamiento térmico de todo tipo de residuos.
- Procedimiento para el reciclaje de solventes gastados.
- Procedimientos para la remediación de suelos contaminados.

- ***Revisión a normas existentes***

Al tiempo que es necesario desarrollar y complementar el marco normativo, es preciso revisar y adecuar normas existentes para adaptarlas a nuevas necesidades o para potenciar su eficacia. En este caso se cuentan las siguientes:

- *NOM-052-ECOL-93*, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Es necesaria la revisión de esta norma para adecuarla a criterios internacionales, diferenciando los residuos por su peligrosidad y por sus necesidades de manejo en función de cantidades, concentraciones, volúmenes y condiciones físicas.
- *NOM-055-ECOL-93*, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos. Resulta fundamental su revisión, en particular para otorgarle un mayor nivel de protección a los acuíferos subterráneos y cuerpos de aguas superficiales, así como para redefinir criterios de ubicación a partir de consideraciones eficientes de riesgo.
- *NOM 056, 057 y 058 ECOL-93*, que establecen los requisitos para el diseño, construcción y operación de obras complementarias, celdas, instalacio-

nes de confinamiento. En esta caso se requiere su revisión para adecuarlas a las revisiones a la ley y al reglamento.

- **Temas para la adecuación a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y a su Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos.**

- Prohibición al confinamiento de residuos líquidos
- Distribución de responsabilidades entre generadores y manejadores de residuos peligrosos.
- Estatuto de la industria maquiladora y de la repatriación de residuos peligrosos.
- Confinamiento *in situ* para empresas industriales.
- Integración de los sistemas de regulación directa y de información y administración de residuos a esquemas multimedios y a procedimientos de licenciamiento ambiental único.

- **Proyectos y acciones**

---

**Proyectos y acciones**

---

- Nueva normatividad
  - Revisión y actualización de normas existentes
  - Adecuaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
  - Adecuaciones al Reglamento de Residuos Peligrosos
-

### **3. ATENCIÓN A ZONAS, RAMAS INDUSTRIALES Y CORRIENTES CRÍTICAS**

Ya se ha tratado de hacer notar el vasto y complejo horizonte de procesos, corrientes y tipos de residuos que genera la industria, así como las vías de impacto ambiental posibles. Se ha visto también que la producción de residuos no es homogénea entre regiones y ramas industriales, existiendo una notable concentración de volúmenes y riesgos en ciertas actividades y zonas del país. De la misma forma, se sabe que no todos los tipos de residuos presentan niveles equivalentes de peligrosidad.

Por esas razones, y dada la evidente limitación en los recursos institucionales y económicos para atender los problemas derivados del manejo de residuos, se hacen necesarios criterios de racionalidad y de costo/efectividad. El imperativo de eficiencia resulta inescapable con el objeto de ampliar los alcances de política dada una cantidad limitada de oportunidades.

Existen tres dimensiones de análisis que deben conjugarse para definir líneas de prioridad en las políticas de residuos peligrosos. Estas son:

- Ramas industriales
- Tipos de residuos
- Regiones vulnerables

- **Ramas industriales**

Diferentes ejercicios de priorización de ramas industriales en materia de residuos peligrosos<sup>1</sup>, coinciden recurrentemente en señalar ciertas ramas como responsables mayoritarias de la mayor parte de los riesgos inherentes. Las razones para señalar a tales ramas se fundamentan en el volumen de residuos generado, estimados a partir de factores de generación, además de la experiencia documentada y subjetiva existente para nuestro país. En este sentido, se pueden señalar como ramas prioritarias a las enlistadas en la tabla siguiente:

Esta lista no agota las prioridades, y tendrá que mantenerse un ejercicio de actualización y complementación, a través de la experiencia y de nuevos sistemas de información.

---

<sup>1</sup> Álvarez R., Rovalo M. y Rosenzweig. *Ciudades y Giros Prioritarios en la Contaminación Industrial en México, 1995*. Bajo contrato con el INE y Banco Mundial y Bravo E., et al.. *Matriz de origen y caracterización de residuos industriales, 1991*. Bajo contrato con el DDF.

Código Cmap	Rama o Actividad
231010	Extracción y/o beneficio de minerales de hierro
232001	Extracción y/o beneficio de minerales preciosos
3211-3214	Textiles
323001	Curtido y acabado de cuero
351100	Fabricación de productos petroquímicos básicos
351211	Fabricación de productos químicos básicos orgánicos
351212	Fabricación de productos químicos básicos inorgánicos
351213	Fabricación de colorantes y pigmentos
351221	Fabricación de fertilizantes
353000	Refinación de petróleo
381412	Galvanoplastia en piezas metálicas
503008	Perforación de pozos petroleros y de gas
3831-3832	Fabricación y/o ensamble de equipos eléctricos y electrónicos

- **Tipo de residuos**

Se ha enfatizado la casi infinita combinación posible de estados físicos, grupos químicos, naturaleza económica y características CRETIB, que pueden dar origen a residuos peligrosos. Por ello, y por razones evidentes de eficiencia en la política, es necesario fijar criterios que nos permitan priorizar. Por una parte, se cuentan consideraciones de riesgo como lo son:

- Toxicidad
- Persistencia
- Bioacumulación
- Contingencias
- Movilidad ambiental

Con respecto a la movilidad ambiental debe señalarse que ésta se define por el estado físico que asuman los residuos, el cual induce o inhibe su capacidad de movilizarse a través de diferentes medios para plantear riesgos. Los estados físicos que pueden significar las mayores capacidades de movilidad ambiental son:

- Lodos
- Aguas de proceso
- Líquidos en general
- Sólidos solubles
- Envases de plaguicidas

En función de estos criterios de riesgo y estado físico se pueden definir algunos tipos de residuos prioritarios señalados por naturaleza o grupo químico al que pertenecen, los cuales son:

- Organoclorados (PCB, hexaclorados, plaguicidas, disolventes)
- Metales pesados (especialmente mercurio, cromo, cadmio y plomo)
- Bases con pH extremo (álcalis e hidróxidos)
- Ácidos con pH extremo (sulfúrico, clorhídrico, nítrico)
- Otros orgánicos (aromáticos, combustibles).

- **Regiones vulnerables**

Es evidente que estos riesgos o condiciones que dan lugar a una atención prioritaria no se distribuyen homogéneamente a lo largo del territorio. Se pueden establecer como criterios de prioridad regional a los siguientes:

- Concentración industrial
- Acuerdos internacionales y efectos transfronterizos
- Alta exposición de la población
- Ecosistemas frágiles.

- **Evaluación de prioridades**

Conjuntando las dimensiones correspondientes a rama industrial, tipo de residuo y regiones vulnerables, estaremos en posibilidad de identificar ciertas prioridades básicas. Esto se logra al conocer los atributos de salud ambiental, contingencia y movilidad de los residuos producidos por las industrias prioritarias, información que se organiza en forma de matriz.

De manera consecuente con los criterios que se han propuesto se presentan atributos de salud ambiental (toxicidad, persistencia y bioacumulación), características CREI (corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad) y, movilidad ambiental (estados físicos de mayor movilidad como lodos, aguas de procesos, líquidos en general, sólidos solubles y envases de plaguicidas), para los residuos de cada una de las ramas prioritarias.

*Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales  
Peligrosos en México. 1996-2000*

Los cuadros anteriores nos muestran rápidamente líneas de atención preferente en aquellas ramas industriales donde el sombreado cubre la mayor parte de los atributos de interés. Sobresalen la industria del curtido y acabado en cuero, la petroquímica básica, la química básica orgánica, la química básica inorgánica y la refinación del petróleo.

La correspondencia territorial con las líneas de prioridad ya identificadas, se obtiene con una matriz que relaciona a las ramas más significativas con las regiones más importantes del país, desde el punto de vista de su presencia considerable o concentración territorial.

De ahí se desprende que desde luego la Zona Metropolitana del Valle de México junto con el corredor industria Lerma-Atlacomulco, y el corredor Querétaro-León, junto con el corredor industrial del Golfo, representan las prioridades regionales de mayor nivel; ésto por la magnitud y el tipo de industria que alojan. La Zona Metropolitana de Monterrey por observar una alta concentración industrial también debe ser inscrita como una prioridad alta.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara, su alta densidad de población y grado de exposición indican la conveniencia de mantenerla entre los niveles más altos de prioridad.

La Zona Franja Fronteriza del Norte carece de concentraciones importantes de industrias prioritarias y, como ya vimos, su generación de residuos es muy poco significativa, en volumen, con respecto a otras regiones del país. Sin embargo, la vigencia de acuerdos internacionales en torno al manejo de residuos peligrosos en el área, la importancia política de esta zona, y sus elevadas tasas de crecimiento obligan a mantenerla como prioridad.

• **Proyectos y acciones**

Una vez definidas las prioridades sectoriales y regionales, es necesario concentrar en ellas los esfuerzos institucionales especialmente a través de los siguientes mecanismos:

---

**Proyecto y acciones**

---

- Priorización de inspección y vigilancia en regiones y ramas prioritarias
  - Promoción de infraestructura en regiones prioritarias
  - Desarrollo de inventarios en regiones y sectores prioritarios
-

#### **4. CUMPLIMIENTO DE LA LEY Y VIGILANCIA EFICIENTE**

El cumplimiento de la ley es un requisito para consolidar la demanda de servicios de manejo de residuos y promover el desarrollo de un mercado que favorezca la minimización, el tratamiento y el confinamiento de los residuos a la vez que genera oportunidades empresariales para la prestación de dichos servicios. Asimismo, una vigilancia eficiente previene la competencia desleal y el abatimiento de precios en los servicios que comprometen la protección ambiental en aras de la ganancia económica

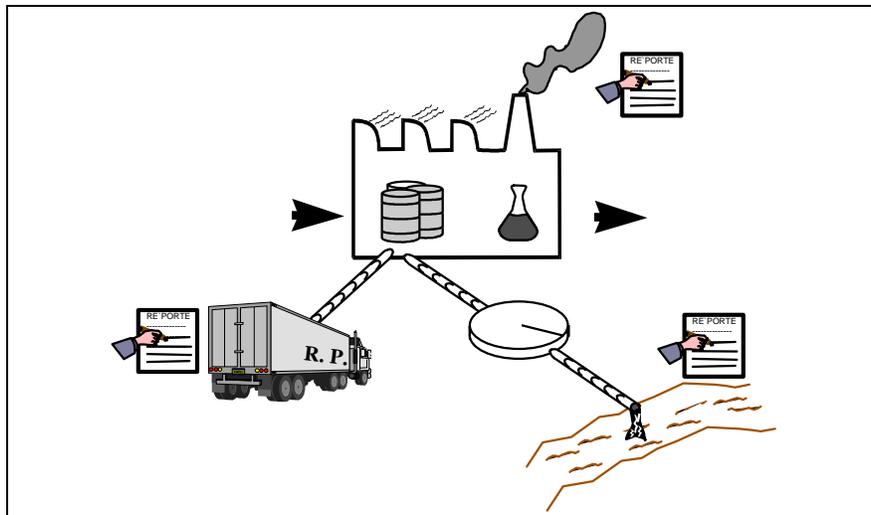
Una vez que han sido definidos los requerimientos regulatorios y normativos, dependemos de su cumplimiento para lograr los beneficios y objetivos para los que fueron establecidos. Con este fin, el gobierno dedica recursos para promover el cumplimiento, sobreponer limitaciones técnicas y asegurar acciones legales frente a aquellos que violen las normas y regulaciones. Sin este compromiso por vigilar el cumplimiento de la ley, las agencias gubernamentales carecen de credibilidad, quedando la sociedad sin mecanismos para alcanzar los objetivos ambientales trazados. Finalmente, la vigilancia representa un elemento de justicia ambiental para aquellos que cumplen con los requerimientos ambientales frente a quienes obtienen ventajas económicas incurriendo en violaciones e incumplimiento normativo. En este sentido, la vigilancia eficiente se refiere al uso apropiado de instrumentos legales para apoyar el cumplimiento y, en ciertos contextos, para establecer la responsabilidad legal de las fuentes de contaminación .

Para promover el cumplimiento al marco legal y desarrollar sistemas eficientes de vigilancia, se consideran estratégicas las siguientes aspectos:

- vigilancia e inspección en establecimientos industriales y de manejo de residuos peligrosos
  - rastreo de residuos peligrosos
  - intercambio de información entre la PROFEPA, el INE y la CNA
  - definición de indicadores de cumplimiento, sectores industriales y regiones prioritarios
  - procedimientos de inspección multimedios (aire, agua y suelo) y capacitación de inspectores
- 
- **Fortalecimiento de la vigilancia en establecimientos industriales que generan residuos peligrosos**

Tal como se ha explicado en la clasificación de residuos por su estado físico y en los inventarios de generación de residuos, las corrientes de residuos son intrínsecas a los procesos y operaciones industriales. Bajo este enfoque, el cumplimiento al reporte de generación de residuos peligrosos será evaluado con procedimientos basados en la caracterización de las operaciones y procesos unitarios. Con el fin de usar herramientas de ingeniería de procesos que faciliten la identificación y caracterización de los residuos generados en planta, los inspectores de PROFEPA contarán con guías específicas por procesos y operaciones, que les permitirán identificar la procedencia y características generales de las corrientes de residuos en las plantas. Dicho procedimiento permitirá igualmente considerar las emisiones al aire, agua y suelo, promoviendo con ello los sistemas gerenciales de calidad ambiental. Tal como se ilustra en la siguiente figura, este sistema de vigilancia se basa en el balance de materiales, donde los objetivos de inspección se refieren a las corrientes de emisiones a la atmósfera, las descargas de aguas residuales y la transferencia o depósito de residuos peligrosos.

#### Blancos de los procedimientos de inspección y vigilancia



En las inspecciones a nivel de planta podrá solicitarse información relativa a dicho balance con el fin de documentar técnicamente el flujo de sustancias tóxicas y residuos peligrosos prioritarios. Como se señala, los blancos de la verificación normativa son las emisiones al aire, las descargas de aguas residuales y la disposición de residuos peligrosos. Con el fin de detectar descargas de agua que puedan contener residuos peligrosos, la PROFEPA y la CNA compartirán información relativa a programas de verificación normativa e inspección.

A nivel de establecimientos industriales, el reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes permitirá conocer el balance de las sustancias

peligrosas que entran como materia prima o insumos indirectos, que se generan dentro de los procesos productivos y que son emitidas al ambiente. Cabe reiterar que esta información no reviste un carácter unilateral, sino que en la gerencia industrial, los datos de balance de materiales y emisiones permitirán identificar posibles acciones de minimización de residuos y prevención de la contaminación.

- ***Vigilancia eficiente en regiones y sectores prioritarios***

Dado que la infraestructura de vigilancia mantiene recursos técnicos y humanos limitados es importante enfocar aquellas regiones y sectores que resulten prioritarios por los riesgos ambientales implícitos. Con relación a las regiones y corrientes de residuos, los programas de inspección y vigilancia se enfocarán hacia las siguientes prioridades:

<b><i>sectores prioritarios</i></b>	<b><i>regiones prioritarias</i></b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b><i>prioridad alta</i></b><ul style="list-style-type: none"><li>Curtido y acabado de cuero</li><li>Fabricación de productos petroquímicos básicos</li><li>Fabricación de productos químicos básicos orgánicos</li><li>Fabricación de productos químicos básicos inorgánicos</li></ul></li><li>• <b><i>prioridad mediana</i></b><ul style="list-style-type: none"><li>Textiles</li><li>Refinación de petróleo</li><li>Galvanoplastia en piezas metálicas</li><li>Fabricación y/o ensamble de equipo eléctrico y electrónico</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Frontera Norte</li><li>ZM Ciudad de México</li><li>ZM Guadalajara</li><li>ZM Monterrey</li><li>Corredor industrial del golfo</li><li>Corredor Querétaro-León</li><li>Corredor Puebla- Tlaxcala</li><li>Corredor Lerma-Toluca</li></ul>

- ***Fortalecimiento de procedimientos para la inspección en los establecimientos de manejo de residuos***

Crear certidumbre sobre los procedimientos de inspección a las empresas de manejo de residuos es un requisito indispensable para incentivar inversiones y promover el desarrollo de la infraestructura de manejo y confinamiento. En este contexto, se fortalecerá el seguimiento a las obligaciones fijadas por el marco legal, a la vez que se reducirá al mínimo posible la discrecionalidad de los procedimientos de inspección y aplicación de la ley. La inspección a los establecimientos de manejo de residuos peligrosos mantendrá una prioridad elevada, ya que la fase de disposición final es, con frecuencia, una fuente importante de contaminación ambiental. De acuerdo con los requerimientos estipulados por la LGEEPA, su reglamento en materia de residuos peligrosos y las normas corres-

pondientes, los establecimientos de manejo de residuos deben cumplir con los siguientes instrumentos regulatorios:

- Evaluación de impacto ambiental
- Análisis de riesgo (en los casos en que así lo determine la evaluación de impacto)
- Licencia de funcionamiento (en su caso)
- Manifiestos de manejo y disposición final de residuos
- Normas Oficiales Mexicanas

A fin de contar con mecanismos de inspección ordenados y transparentes, los instrumentos enlistados serán integrados a partir de los documentos legales expedidos por el INE y los registros administrativos de PROFEPA. Los dictámenes de impacto ambiental y riesgo, así como la autorización para el manejo de residuos peligrosos son expedidos por el INE en cumplimiento a los reglamentos de impacto y residuos. Estos instrumentos definen las condicionantes y los procedimientos tecnológicos que una empresa deberá cumplir para operar y prestar sus servicios. Estos documentos representan el punto de partida para el seguimiento y vigilancia por lo que el INE y la PROFEPA iniciarán un sistema común de seguimiento a los dictámenes de impacto ambiental y riesgo y a las autorizaciones de manejo de residuos conforme a los siguientes lineamientos:

- En cuanto a la instalación de establecimientos de manejo de residuos, la PROFEPA vigilará que se cumplan las condicionantes definidas en la resolución de impacto ambiental. El seguimiento de los dictámenes de riesgo está inscrito al de impacto, sin embargo cabe enfatizar que para el caso de empresas de alto riesgo, los dictámenes considerarán cambios tecnológicos que permitan sustituir o disminuir el uso de materiales tóxicos, reactivos, explosivos, corrosivos o inflamables.
- En la fase operativa, las inspecciones de PROFEPA se enfocarán al seguimiento de las autorizaciones de manejo de residuos, al cumplimiento de la normatividad aplicable y al reporte de manifiestos de residuos tratados o confinados. En particular se seguirán considerando en los procedimientos de inspección, la concordancia de la licencia de funcionamiento con el equipo y procesos instalados, la existencia de equipos de control y procedimientos de envasado, etiquetado, almacenamiento y envío de residuos peligrosos.
- La vigilancia se orientará igualmente a las empresas de transporte de residuos que son el enlace entre el generador y las empresas que dan tratamiento y confinamiento a los residuos peligrosos

- ***Procedimientos para el rastreo de residuos peligrosos de la cuna a la tumba***

Los manifiestos de residuos aportan la información básica para rastrear el curso seguido por los residuos desde su generación y envío hasta su tratamiento o disposición final. Tal como se explica en la estrategia de sistemas de informa-

ción, los procedimientos de rastreo de residuos peligrosos estarán fundamentados en los siguientes requerimientos:

- Los establecimientos que generan residuos peligrosos deben entregar al INE un *reporte semestral de residuos peligrosos enviados para su reciclaje, tratamiento, incineración o confinamiento*. Este reporte debe entregarse cada 6 meses, junto con los *manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos* correspondientes a cada envío. El reporte semestral se alimentará al sistema en tanto que los manifiestos de entrega, transporte y recepción se desecharán una vez verificados los datos y firma del destinatario (los originales de estos documentos deben ser conservados por las empresas generadoras ya que son objeto de revisión por parte de la PROFEPA).
- Por su parte, el *reporte semestral de residuos recibidos para reciclaje o tratamiento* y el *reporte mensual de residuos peligrosos confinados en sitios de disposición final* debe ser entregado al INE por las empresas de manejo autorizadas. Al igual que en el caso anterior, estos reportes deben acompañarse de los manifiestos de entrega, transporte y recepción correspondientes para ser verificados por el INE, quién se encargará de alimentar al sistema los datos del *reporte semestral* y el *reporte mensual*.
- De acuerdo con el reglamento en la materia, el transportista también debe entregar el *manifiesto de entrega, transporte y recepción*. Sin embargo, la entrega al INE del *manifiesto de entrega, transporte y recepción* se considera redundante.

El sistema nacional de rastreo de residuos peligrosos alojará la base de datos relativa a los reportes de envío, recepción y disposición de residuos. El sistema de rastreo permitirá verificar que la información proveniente de las empresas generadoras corresponda con la información de las empresas de manejo, detectando aquellos flujos que no completen el proceso de generación-reciclaje o generación-tratamiento-disposición. En forma periódica el sistema de rastreo operado por el INE informará a la PROFEPA sobre los envíos que no completaron el ciclo hasta su disposición final. Con esta información la PROFEPA podrá verificar las rutas de envío y disposición que no están siendo consistentes entre lo que se reporta al envío y lo que finalmente se dispone.

En relación con los inventarios de generación, es importante incrementar el actual registro de empresas generadoras de residuos peligrosos con la colaboración de las Cámaras de Industriales, quienes cuentan con el padrón de todos los agremiados del Sector de la Manufactura, el cual se utilizaría para enviarles vía correo un formato de empresa generadora de residuos peligrosos, con sus obligaciones correspondientes.

En el caso de los movimientos transfronterizos, el sistema HAZTRAKS permitirá a la EPA y a SEMARNAP detectar los movimientos que no lleguen a sus destino así

como identificar a las empresas que se encuentran en incumplimiento del acuerdo binacional sobre el retorno de los residuos generados por empresas maquiladoras.

- ***Mecanismos de intercambio de información entre la PROFEPA, el INE y la CNA***

Como se ha mencionado, compartir información entre el INE, la PROFEPA y la CNA será un elemento crítico para apoyar el cumplimiento del programa. Con base al desarrollo del Sistema Nacional de Información Ambiental, el INE y la PROFEPA podrán usar tecnologías de información para compartir bases de datos. En las oficinas centrales de las tres organizaciones y en otras dependencias de la SEMARNAP se establecerá un anillo metropolitano de fibra óptica para enlace de alta velocidad de voz y datos. El desarrollo de este canal de comunicación iniciará en 1996 enlazando a PROFEPA, CONABIO, INE y SEMARNAP.

Esta infraestructura brindará mecanismos eficaces para el intercambio de información, permitiendo la planeación de las actividades de verificación con una base más sistemática y directamente vinculada a las resoluciones dictadas por el INE y sistemas de información operados por el INE con base en los manifiestos de generación, envío, tratamiento y disposición de residuos peligrosos (ver estrategia de sistemas de información).

- ***Selección de indicadores de cumplimiento por sector industrial y corrientes de residuos, a partir de la auditoría ambiental.***

Como un mecanismo de cumplimiento de la Ley, la auditoría ambiental ofrece un cúmulo de información que permitirá definir indicadores de cumplimiento, en función del giro industrial y el tipo de residuos. Con base en la experiencia de la auditoría ambiental, la PROFEPA desarrollará indicadores de cumplimiento, que identifiquen giros industriales y corrientes prioritarias para programas de vigilancia. Esta información permitirá además actualizar los inventarios de generación de residuos así como identificar aquellos giros que generan residuos y cuyo seguimiento puede haber sido omitido por los actuales programas de inspección.

- ***Procedimientos de inspección multimedios (aire, agua, suelo)***

Los inspectores mantendrán una visión multimedios para verificar la emisión de sustancias tóxicas en emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales y envíos o depósitos de residuos peligrosos. Este enfoque permitirá evitar prácticas de contaminación cruzada, evitando particularmente que las aguas residuales sean utilizadas como vehículo de disposición de residuos peligrosos. Una vez iniciado el proceso de reporte al registro de emisiones y transferencia de

contaminantes, los establecimientos industriales podrán realizar una autoevaluación de desempeño ambiental que les permita evaluar su cumplimiento normativo y en su caso, tomar las decisiones de gerencia necesarias.

- **Capacitación de inspectores**

Se incrementarán los recursos destinados a la capacitación y la formación de inspectores para elevar el profesionalismo y la eficacia de sus procedimientos. Con este fin se buscará fortalecer la cooperación internacional y aprender de la experiencia ganada en otros países. Se impulsará la realización de seminarios y conferencias técnicas aprovechando las oportunidades que ofrecen el Programa Frontera XXI (especialmente en los grupos de residuos, de prevención de la contaminación y de aplicación de la ley), la OCDE y otras organizaciones de cooperación ambiental internacional.

---

**Proyectos y acciones**

---

- Fortalecimiento de la vigilancia en establecimientos industriales de acuerdo a regiones y sectores prioritarios
  - Fortalecimiento de procedimientos para la inspección en los establecimientos de manejo de residuos
  - Procedimientos para el rastreo de residuos peligrosos
  - Mecanismos de intercambio de información entre la PROFEPA, el INE y la CNA
  - Indicadores de cumplimiento por sector industrial y corrientes de residuos
  - Procedimientos de inspección multimedios
  - Capacitación de inspectores
-

*IX. Estrategias*

## **5. MODERNIZACIÓN DE LA REGULACIÓN DIRECTA.**

### **• Licencia ambiental única**

La modernización de la regulación ambiental directa es una de las estrategias prioritarias propuestas por el *Programa de Medio Ambiente 1995-2000*. Su objetivo es el establecimiento de un sistema consolidado de licenciamiento ambiental para la industria, que se constituya en un instrumento de gestión y documentación ambiental multimedios que vincule entre sí:

- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera.
- Las descargas de aguas residuales al alcantarillado municipal y a cuerpos de agua y bienes nacionales.
- La generación y manejo de residuos peligrosos.
- Las actividades altamente riesgosas.

Entre sus propósitos están los de optimizar los recursos institucionales y de información, reducir costos, cargas administrativas y burocráticas, al tiempo de establecer un procedimiento transparente de trámite de licenciamiento y de seguimiento del desempeño ambiental de cada empresa.

A la vez, esta iniciativa guarda relación con tendencias internacionales recientes encaminadas a procesos de licenciamiento integral que atiendan los efectos ambientales de la actividad industrial en los diferentes medios de manera conjunta.

Los sistemas de regulación directa deben de configurar instrumentos que:

- Tengan un carácter comprensivo de los procesos industriales, alcanzando un alto nivel de protección del ambiente en su conjunto.
- Eviten problemas de duplicación entre agencias ambientales y de documentación requerida para trámites.
- Establezcan niveles claros de tolerancia de la contaminación que puedan ser seguidos con facilidad por los inspectores ambientales.
- Busquen el fomento de la mejor tecnología disponible al menor costo posible.
- Estimulen a industriales proactivos que no siempre ven reconocidos sus esfuerzos, aprovechando además tal impulso para elevar sus niveles de cumplimiento y atraer a este tipo de actitud a otros que están en capacidad de lograrlo.
- Fomenten la cooperación gobierno-empresa en torno al objetivo de conciliar los objetivos sociales de una mayor protección ambiental con los intereses privados de lograr niveles crecientes de competitividad.
- Contribuyan a resolver el conflicto que se genera entre la flexibilidad que demandan las actividades productivas y la rigidez que por lo general muestran los métodos tradicionales de licenciamiento y de vigilancia ambiental.

Cabe tener en cuenta los procesos actuales de estandarización internacional, en particular el ISO-14000 orientado a sistemas de gestión ambiental. Es conveniente que México se prepare con antelación a la puesta en práctica de dicho instrumento de estandarización, generando condiciones internas para el fomento de capacidades de gestión ambiental dentro de la industria y de certificación privada de la misma.

➤ *Orientaciones para un licenciamiento integrado*

- ✓ Inducir una gestión ambiental multimedios cada vez mayor por parte del sector industrial que propicie el cumplimiento integral y creciente de sus obligaciones en la materia, así como la utilización de tecnologías de proceso menos contaminantes dentro del concepto de *calidad ambiental total*.
- ✓ Generar información integral que alimente a los Sistemas de Información Ambiental y que sirva de punto de partida para el seguimiento periódico del desempeño ambiental de la industria que se articulará en torno al RETC.
- ✓ Dar cabida a esfuerzos voluntarios de protección ambiental y a un tratamiento diferenciado de las empresas según su capacidad de gestión y voluntad de cumplimiento de la normatividad.
- ✓ Expeditar trámites.
- ✓ Promover programas de cumplimiento por rama industrial, considerando acciones de reducción en la fuente, minimización de residuos, sustitución de insumos, cambios de procesos y programas de calidad total.

➤ *Instrumentos para operar una licencia ambiental única*

El logro de una gestión ambiental multimedios a través de una licencia ambiental única, permitirá coordinar en un sólo trámite, dentro de un enfoque proactivo y con criterios de corresponsabilidad empresarial, el análisis, evaluación y dictámen de los efectos ambientales de la industria. Esto requiere como instrumentos básicos a los siguientes:

- ✓ *Ventanilla Única de Trámites*. Opera como “puerta” de intercomunicación entre el interesado y el sistema. Es el eje de control de trámites: recibe, canaliza y da seguimiento a los mismos y entrega al interesado la notificación correspondiente. La ventanilla es la cara visible en materia de trámites, por lo que es necesario que tenga un alto nivel de desempeño y cumplimiento en los términos que fija la ley. Esto requiere de personal capacitado, de recursos y equipo suficientes y de un espacio adecuado para la atención al público y que no interfiera con otras actividades. Su operación requiere que sea considerada como unidad operativa autónoma para la asignación de recursos, materiales y equipo.
- ✓ *Número INE*. Es la “llave” del sistema y de su enlace a la Red de Informática y al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Se debe asignar por obra o actividad y consta de doce caracteres: tres para el RFC del interesado, dos para el código de obra o actividad, dos para la entidad fede-

- rativa y tres para el municipio o delegación donde se ubica la misma; así también dos códigos verificadores para evitar homonimias.
- ✓ *Formato Modular de Trámites.* Recoge la información pertinente a cada trámite, organizada en módulos afines de registro, solicitud de licencia, permiso, autorización, o seguimiento, tales como la Cédula de Operación Anual, reportes periódicos o eventuales, etc. Cada módulo debe contar con una sección de información común y las secciones específicas que corresponden al trámite de que se trate. En el caso de la Licencia Ambiental Única se contará con un formato Unificado de Solicitud que cubra información general, de impacto ambiental, agua, atmósfera, residuos peligrosos y riesgo.
  - ✓ *Bitácora de Trámites.* Mediante la misma se llevará el registro de cada trámite, sus movimientos y resultados. Básicamente: tipo de trámite, estado en que se encuentra (a tiempo, rezagado, resuelto), tipo de resolución si la hay (autorizado, rechazado, sujeto a aclaración o ampliación, pendiente de firma, etc.), dependencia y persona responsable del mismo y la fecha de cada movimiento. Con base en dicha bitácora se prepararán informes periódicos internos así como estadísticas básicas sobre el tipo y cantidad de trámites recibidos, tipo de actividad a la que corresponden, su ubicación geográfica y resultado.
  - ✓ *Base de Datos de Trámites.* Formará parte de la red de informática y del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Se integra con el Número INE, el Módulo de Registro y la Bitácora de Trámites. Cada Dirección General, por su parte, contará con su propia base de datos especializada, tal como ya ocurre, por ejemplo, con el SNIFF, de la Dirección General de Gestión e Información Ambiental. Dichas bases de datos se correlacionarán y complementarán mediante el Número INE.
  - ✓ *Programa de Gestión Ambiental.* Este constituye un instrumento de planeación formulado por la empresa con base en lineamientos generales establecidos por la autoridad. Este es un plan de corto, mediano y largo plazo, en el cual juega un papel fundamental la definición de estrategias de minimización de residuos. Este es un plan proactivo, con un alto contenido de autorregulación, y que, en etapas avanzadas de instrumentación deberá ser certificado por un organismo competente plenamente acreditado.
  - ✓ *Licencia Única.* Es un documento con valor normativo y además es un instrumento de concertación, la cual se emite a partir del Programa de Gestión Ambiental, estableciendo como requisitos los del propio programa.
  - ✓ *Cédula Anual.* Este es un documento de reporte de avance anual sobre el Programa de Gestión Ambiental dictaminado y emitido como Licencia Ambiental Única. Esta cédula se incorporará al sistema de manifiesto de generación de estudios de manifiestos y podrá ser certificada en etapas avanzadas por un organismo certificador plenamente acreditado. A partir de las cédulas anuales la autoridad, de manera concertada con la empresa actualiza y revisa el Programa de Gestión Ambiental.

- **Consolidación multimedios de sistemas de reporte**

La cédula anual es el mecanismo de reporte relativo a las emisiones y transferencias de contaminantes transcurridas en el año fiscal que se reporta. Esta información constituye la base para evaluar y actualizar programas o acciones de gestión ambiental a nivel empresarial, regional y nacional. Este sistema de reporte permitirá el desarrollo y mantenimiento del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), tal como se explica en la estrategia sobre Desarrollo de Sistemas de Información y Rastreo de Residuos Peligrosos.

El RETC implica modificaciones importantes a los instrumentos actuales de regulación ambiental directa. Transcurrida una etapa histórica de regulaciones uniformes y enfocadas al control individual de descargas y emisiones, resulta imprescindible adoptar nuevos principios de política pública en materia ambiental, donde prevalezcan la eficiencia, la internalización de costos sociales y el manejo de bienes públicos ambientales, dentro de un marco de incentivos congruente con la competitividad y racionalidad ecológica de los agentes productivos.

La instrumentación del RETC generará costos tanto para el sector privado como para la administración pública. Por ello, debe procurarse obtener los mayores beneficios sociales posibles como resultado de su implantación. Esta herramienta de regulación ambiental podrá incidir en la modernización de sectores fundamentales de la actividad económica, especialmente de aquellos que hacen un uso intensivo de bienes y servicios ambientales, reconociendo que el acceso público a la información ambiental puede traducirse no sólo en beneficios públicos, sino en ventajas privadas que tengan un impacto favorable en la competitividad.

Esto último se puede lograr a partir de un uso más eficiente de materiales e insumos, un mejor control de procesos, una mayor creatividad en el diseño organizacional, minimización de riesgos y de primas de seguros, reducción de costos de disposición y manejo de efluentes, residuos y emisiones, incremento en la productividad, identificación y aprovechamiento de mercados para materiales secundarios, eficiencia energética, mejor mantenimiento de equipos y recuperación de desechos. Estas consideraciones han sido recogidas por el RETC, procurando instaurar un balance adecuado entre la información requerida a la industria y los costos y beneficios asociados al reporte y a la integración de la información a nivel empresarial, regional y nacional.

El RETC conllevará igualmente al desarrollo de una infraestructura institucional, con la que se podrán sustentar capacidades de diseño y aplicación, tanto de instrumentos normativos o de regulación directa y coactiva, como instrumentos económicos y de mercado, licencias y permisos, y la promoción, en su caso, de la auditoría ambiental y la autorregulación. En este contexto, podrán explorarse nuevas rutas de normatividad en cuanto a *integración ambiental y cobertura sectorial*. Esto permitirá superar el enfoque normativo que aplica sólo contami-

nante por contaminante para cada uno de los diferentes medios (aire, agua, suelo), para acceder a nuevos sistemas de regulación que confronten de manera consistente todo el espectro de impactos ambientales generados por las ramas de actividad económica que merecen una atención prioritaria. Esto, por otro lado, permitiría tomar en consideración aspectos de productividad, posibilidades de cambio tecnológico y eficiencia ambiental global, lo que nos acercaría a conciliar objetivos de protección ambiental con objetivos de competitividad.

En este nuevo enfoque podrían privilegiarse normas que promuevan el uso de *tecnologías limpias*, ampliando el concepto de lo que actualmente se conoce como tecnologías de control ambiental, y que tienden a identificarse únicamente, por ejemplo, con sistemas de lavado de gases, plantas de tratamiento de aguas residuales, y confinamiento e incineración de residuos. Por tanto, el concepto de tecnología ambiental debe abarcar también, entre otras opciones, la sustitución de sustancias químicas peligrosas, una mayor eficiencia energética y en el uso del agua, utilización de mejores combustibles y reciclaje de residuos o subproductos. El RETC permitirá avanzar en esta dirección proporcionando un sistema de contabilidad en el manejo de sustancias y la emisión de contaminantes. Esta contabilidad podrá incorporarse en la consideración de costos y beneficios ambientales dentro de las prácticas empresariales, de tal forma que las empresas comprendan con mayor claridad los costos y los beneficios asociados a su desempeño ambiental.

- ***Modernización del licenciamiento a prestadores de servicios en manejo de residuos peligrosos***

Los trámites requeridos para obtener autorizaciones en materia de manejo de residuos peligrosos se han caracterizado por ser sumamente lentos y complicados. Ello obedece a que se ha privilegiado la fase del procedimiento correspondiente al dictamen en materia de impacto ambiental, cuando en realidad las decisiones fundamentales corresponden al riesgo que estas actividades pueden presentar y, por otra parte, a que se ha requerido que se tomen decisiones iterativas en materia de impacto ambiental y de manejo de residuos peligrosos, lo que ha afectado los tiempos de resolución.

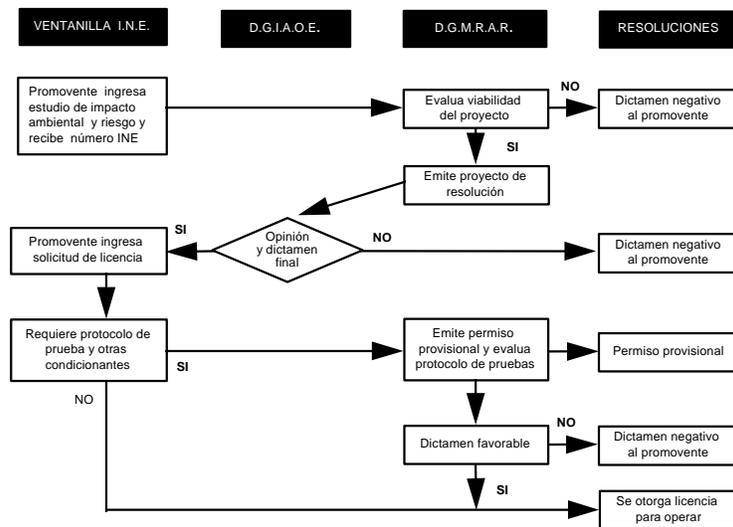
Se busca sustituir este trámite para minimizar la necesidad de decisiones iterativas entre las áreas técnicas involucradas; reducir en consecuencia los tiempos de espera y dar un soporte lógico al proceso de toma de decisiones, salvaguardando el objetivo de protección ambiental.

Como se señala en la figura siguiente, la solicitud (que deberá incorporar un estudio de riesgo además del estudio de impacto ambiental) ingresará por la Ventanilla Única y será analizada en primera instancia por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, que evaluará su viabilidad tecnológica y de riesgo y, en su caso, emitirá un proyecto de resolución previo en materia de impacto ambiental.

Este proyecto de resolución será analizado por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, que expedirá un Dictamen definitivo.

En su caso, en los términos del Dictamen, se otorgará una licencia provisional para evaluar, a través de un protocolo de pruebas los diferentes aspectos de la instalación y del proceso, a partir de la normatividad existente. En los casos en que el resultado de la evaluación del permiso provisional sea positiva se procederá a otorgar la Licencia Única INE.

**Diagrama de flujo del proceso en el INE para autorizar actividades de manejo de residuos peligrosos**



DGIAOE = Dirección General de Impacto Ambiental y Ordenamiento Ecológico  
 DGMRAR = Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas

• **Proyectos y acciones**

**Proyectos y acciones**

- Ventanilla única de trámites.
- Número INE.
- Formato modular de trámites.
- Bitácora de trámites.
- Base de datos de trámites.
- Programa de gestión ambiental.
- Licencia única.
- Cédula anual.
- Consolidación del RETC.
- Modernización del licenciamiento a prestadores de servicios en manejo de residuos peligrosos.

## **6. DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y RASTREO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

En el contexto del sistema nacional de información ambiental los desarrollos en materia de residuos peligrosos serán enfocados hacia los siguientes aspectos prioritarios:

- Inventarios y rastreo de sustancias tóxicas y residuos peligrosos
- Tecnologías de manejo y disposición, y de prevención y minimización de residuos
- Ordenamiento territorial y regionalización de infraestructura de manejo
- Evaluación y comunicación de riesgos ambientales

Al combinar los tópicos anotados, los sistemas que se contemplan permitirán captar, almacenar y procesar la información necesaria para evaluar la generación, movimientos y disposición de los residuos peligrosos, definir las zonas, giros industriales y sustancias prioritarias y planear y dar seguimiento a las políticas en la materia.

### **• Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)**

El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) permitirá al gobierno y público en general conocer las descargas y transferencias de sustancias peligrosas originados en plantas industriales y otras fuentes relevantes. De acuerdo a la experiencia de otros países, el RETC es capaz de promover en las empresas la detección de procesos ineficientes y de proveer al público y a las autoridades datos útiles para establecer prioridades de prevención y control de la contaminación. De esta manera, el RETC puede convertirse en una herramienta muy valiosa de gestión ambiental para la autoridad, la industria y grupos de interés público.

El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes que ha de instrumentarse en México será diseñado por un Grupo Nacional Coordinador contando con la participación de cámaras y asociaciones industriales, organizaciones no gubernamentales, universidades, organizaciones internacionales y gobiernos estatales. En principio, este registro permitirá mantener una base de datos accesible al público con la siguiente información:

- Datos anuales de descargas, emisiones o transferencia de contaminantes al aire, agua y suelos; detallados por especie química particular (por ejemplo: benceno, metano, mercurio, entre otras, en vez de amplias categorías de contaminantes como: compuestos orgánicos volátiles, gases invernadero, metales pesados), y por tipo de establecimiento y regiones.

- Ubicación geográfica, datos generales y características operativas y de prevención y control de la contaminación de las fuentes de emisiones, y datos de fuentes de área o no puntuales, como operaciones agrícolas y de transporte.

Estos datos serán recogidos a través de un formato único, implícito en el nuevo sistema consolidado de licenciamiento industrial, complementado mediante la estimación de las emisiones de fuentes no sujetas a reporte. Dicha estimación se realizará con base en el uso de sistemas de información geográfica, estadísticas económicas y factores de emisión.

El RETC permitirá consolidar inventarios de emisiones por sustancia al aire, agua y suelos a partir de la información provista por las industrias y otros sectores relevantes. Con el paso del tiempo, el RETC reflejará las tendencias en cuanto a la magnitud anual de contaminantes generados y liberados al ambiente. Este instrumento permitirá, entonces, identificar problemas específicos (área geográfica, giro industrial o especie química específica) y priorizar acciones y políticas.

El RETC será además una herramienta de acceso público a la información ambiental y constituirá la base para los informes de México en cumplimiento de las obligaciones internacionales adquiridas en materia de control ambiental de sustancias tóxicas, cambio climático y contaminación atmosférica.

Los objetivos del establecimiento del RETC en México se resumen en los siguientes puntos:

- Proveer una base de información confiable y actualizada sobre la emisión y transferencia de contaminantes específicos en los diferentes medios (aire, agua y suelo), que ayude en la toma de decisiones y a la formulación de políticas ambientales en México.
- Permitir el seguimiento y cuantificación de los avances en el abatimiento de emisiones y descargas contaminantes a los distintos medios (agua, aire y suelo)
- Simplificar y racionalizar la recolección de información relativa a la emisión y transferencia de contaminantes específicos a los diferentes medios (agua, aire y suelo), así como los requisitos de reporte a los que se somete a la industria.
- Constituir un elemento adicional para la toma de decisiones propias de las empresas, complementario a sus propios sistemas y prioridades de gestión ambiental.
- Generar un instrumento que sirva de base para que México cumpla con sus obligaciones internacionales de información ambiental.
- Generar un sistema de información sobre emisiones y transferencias de contaminantes que sirva para la elaboración de reportes con información accesible y disponible al público en general.
- Proveer información sobre las emisiones de sustancias químicas que impongan riesgos a la salud y al ambiente, y apoyar mecanismos que faciliten el manejo y la comunicación de dichos riesgos.

- ***Inventario de establecimientos generadores y sistemas de rastreo de residuos peligrosos***

De acuerdo con la legislación en la materia, las empresas que generan residuos peligrosos están obligadas a manifestar la cantidad y el tipo de los residuos generados. Para tal fin existe un formato de manifiesto, el cual debe ser entregado al INE. Con base en esta información, el INE debe mantener actualizado un inventario sobre la generación de residuos peligrosos. La creación de una base de datos relativa a los manifiestos de empresas generadoras de residuos peligrosos permitirá registrar sistemáticamente la información general de los establecimientos así como las características de los residuos generados. Dicha base está siendo construída a partir de la captura de aproximadamente 12,000 manifiestos que se encuentran en archivo y será actualizada a través del registro de los manifiestos que los establecimientos generadores entreguen al INE, en cumplimiento a las disposiciones legales.

Este registro proveerá un mecanismo sencillo y eficiente para realizar búsquedas y análisis, aunado a la posibilidad de filtrar la información bajo alguna condicionante que ayudará a seleccionar los datos requeridos para propósitos de planeación, vigilancia y control o evaluación.

- ***Mexico-USA Hazardous Waste Tracking System (Haztracks) [en Cooperación con la EPA]***

A raíz de la necesidad de desarrollar la capacidad conjunta de México y Estados Unidos para rastrear eficientemente los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, el INE y la EPA, se han avocado al desarrollo de un sistema de seguimiento de los envíos de residuos, denominado *Haztracks*.

Los objetivos de este sistema son:

- Lograr un rastreo eficiente de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y sustancias tóxicas y mejorar el control de calidad de la información involucrada.
- Propiciar la participación activa del sector industrial y las delegaciones de la SEMARNAP en la frontera norte en la instrumentación de *Haztracks* a través del intercambio de información, por medios electrónicos, entre el INE, las delegaciones de la SEMARNAP, la EPA y la industria generadora de residuos peligrosos.
- Colaborar con la CICOPLAFEST y con la Administración de Aduanas de la SHCP, para incorporar dentro del sistema HAZTRACKS la importación de sustancias tóxicas y simplificar los procesos administrativos involucrados en los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.
- Servir como experiencia piloto para la instrumentación de un sistema equivalente a nivel nacional.

- **Sistema Nacional de Rastreo**

El objetivo de este sistema es realizar el seguimiento de los residuos peligrosos desde su origen hasta su final, con base en los reportes y manifiestos que son entregados al INE por la industria generadora de residuos y las empresas de manejo. Este sistema de seguimiento constituirá la base para las acciones de verificación y cumplimiento de la ley, y para detectar aquellos flujos de residuos que no completen el ciclo de generación-reciclaje-tratamiento-disposición. Este sistema se desarrollará a partir de la adaptación de **Haztracks**.

El sistema de rastreo permitirá verificar que la información proveniente de las empresas generadoras corresponda con la información de las empresas encargadas del reciclaje, incineración y confinamiento.

Los objetivos que se lograrán con el sistema nacional de rastreo son:

- Contar con un medio para verificar que los flujos de residuos completen el ciclo de generación-reciclaje-tratamiento-disposición.
- Tener un sistema integral de control y registro de la documentación que en materia de residuos peligrosos y mantener procedimientos de aseguramiento de la calidad.
- Realizar recomendaciones para el sistema consolidado de licencia ambiental única.
- Proporcionar a la PROFEPA información que permita que sus acciones incidan en ramas y regiones prioritarias.

- **Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura de Manejo de Residuos Peligrosos**

La localización de instalaciones de manejo de residuos peligrosos involucra la atención de los siguientes tópicos:

- Evitar la contaminación de aguas subterráneas, suelos y el aire, previniendo y controlando la dispersión de contaminantes a través de estos medios a través del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas
- Minimizar el costo de transporte, acercando las áreas de localización a las de generación
- Facilitar la aceptación de las comunidades vecinas a las instalaciones de manejo de residuos para evitar conflictos que deriven en clausuras y que deterioren el interés de las empresas por participar en los mercados de residuos peligrosos

En este contexto, el atlas presentará criterios específicos de ordenamiento territorial para ubicar las regiones susceptibles de alojar instalaciones de manejo y confinamiento de residuos. Los objetivos del desarrollo del atlas se resumen en los siguientes puntos:

- Facilitar la toma de decisiones relacionadas con la ubicación y autorización de proyectos industriales para el manejo de residuos peligrosos, especialmente en cuanto a la acreditación en materia de impacto ambiental
- Promover el desarrollo oportuno de los mercados de manejo de residuos peligrosos identificando zonas capaces de alojar instalaciones de manejo de residuos peligrosos

En una primera fase del desarrollo del atlas, en la región centro se han identificado 87 sitios con vocación para ubicar confinamientos de residuos peligrosos, en tanto que en la frontera norte, en el estado de Tamaulipas también se han definido las zonas susceptibles de alojar infraestructura.

- ***Sistema de Información para la Prevención de la Contaminación***

Bajo un enfoque moderno de competitividad, han cobrado relevancia un conjunto de acciones de administración industrial que van desde los aspectos más obvios de mantenimiento y manejo adecuado de los procesos, hasta prácticas relativamente sofisticadas que aúnan modificaciones tecnológicas y decisiones de alta gerencia. La prevención de la contaminación incluye un espectro de estrategias que comprenden la administración de inventarios, para evitar el desperdicio de materias primas, modificaciones menores a los procesos actualmente existentes buscando una minimización de los residuos y desechos a través de las buenas prácticas de manufactura y el mantenimiento preventivo de los equipos, para evitar la contaminación por pérdidas, fugas y simple descuido, prácticas de ahorro de energía, para reducir emisiones y consumo de combustibles fósiles, prácticas de ahorro de agua, el reciclado de materiales y la utilización alternativa de subproductos y desechos y el cambio tecnológico, para desechar la tecnología obsoleta y altamente contaminante, e incluso el cambio de materias primas o de productos, para sustituirlos por materiales menos contaminantes o por productos reciclables

En todos los casos, el objetivo es reducir la cantidad neta de agua residual a tratar, de residuos o desechos sólidos que hay que manejar, de emisiones a la atmósfera que hay que controlar o de residuos peligrosos que hay que incinerar o confinar. En este contexto se considera prioritario crear un sistema accesible a través de una página en el *World Wide Web (WWW)*, con información sobre las diferentes actividades, servicios y productos relativos a la prevención de la contaminación. Dicho sistema fungirá como un instrumento para identificar las necesidades y los recursos existentes en materia de prevención de la contaminación y para proveer un espacio de interconsulta para los proveedores y los usuarios potenciales de servicios de prevención de la contaminación.

- ***Sistema de información y comunicación sobre residuos peligrosos***

Contar con información actualizada y de escala mundial es indispensable para evaluar tecnologías de residuos peligrosos. En el caso del INE, ante la carencia de esta información se han tenido que invertir una gran cantidad de recursos en evaluar tecnologías que después se sabe ya habían sido probadas en otros lugares del mundo y habían fallado. La demanda de información actualizada proviene no solo de las áreas encargadas de autorizar proyectos de residuos peligrosos sino que incluye también requerimientos para el desarrollo del marco normativo, la certificación y autorregulación, la evaluación de riesgo y la cooperación internacional.

El *Sistema de Información y Comunicación sobre Residuos Peligrosos* permitirá, a través de una página del WWB, enlazarse con diversas fuentes de información como:

- EPA
- Environment Canada
- Agencias europeas encargadas del manejo de residuos peligrosos.
- Universidades en todo el mundo
- Banco Mundial
- Organizaciones del Sistema de las Naciones Unidas (ONU)

El sistema contará con una herramienta de búsqueda por palabras clave que permitirá localizar y tener acceso a toda la información sobre residuos peligrosos disponible en INTERNET. Algunos de los temas considerados son:

- Normatividad internacional
- Minimización
- Reciclaje
- Separación y recirculación
- Sistemas móviles de tratamiento
- Tecnologías de tratamiento
- Criterios de selección de sitios
- Muestreo, análisis químico y caracterización
- Confinamiento
- Monitoreo y control de emisiones de procesos de tratamiento.

Con el fin de lograr el mayor beneficio de este sistema se impartirá capacitación sobre su manejo a personal tanto de los niveles operativos como de toma de decisiones.

Los desarrollos contemplados se efectuarán en etapas y bajo un mismo diseño conceptual, lo que permitirá que los sistemas se comuniquen entre sí y de esta manera evitar la duplicidad de datos.

- ***Acciones y proyectos prioritarios***

---

**Proyectos y acciones**

---

- Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)
  - Inventario de Establecimientos Generadores de Residuos Peligrosos
  - Sistema Nacional de Rastreo de Residuos Peligrosos
  - Mexico-USA Hazardous Waste Tracking System (Haztracks) [en cooperación con la EPA]
  - Atlas de Información Geográfica para la Regionalización de Zonas de Infraestructura de Manejo de Residuos Peligrosos
  - Sistema de Información para la Prevención de la Contaminación
  - Sistema de Información y Comunicación sobre Residuos Peligrosos
-

*IX. Estrategias*

## **7. PROMOCIÓN DE INVERSIONES EN SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA**

Alcanzar los objetivos de este programa implica necesariamente desarrollar la infraestructura y los bienes de capital requeridos para que los residuos puedan ser objeto de un manejo eficiente y ambientalmente seguro. Poco se gana con una normatividad bien definida, si no existen oportunidades prácticas para que los generadores puedan transportar, reciclar, destruir o confinar sus residuos en los términos establecidos. Los mercados implicados en el desarrollo de infraestructura y de servicios deben constituir, por otro lado, parte de un nuevo sector de la economía con una alta capacidad de ofrecer ingresos y empleos.

Esta estrategia significa promover y facilitar nuevos proyectos, informar sobre oportunidades de inversión, ampliar las facilidades para aprovechar incentivos fiscales y financieros, y, en general que la autoridad asuma un papel explícito de promoción del mercado y de la infraestructura ambiental.

Es un hecho incuestionable que el manejo de residuos peligrosos requiere de inversiones considerables y que partimos de una situación de déficit acumulado. El surgimiento de un mercado ambiental se plantea como medio y fin por sí mismo, para responder a las necesidades de protección ambiental, y para reforzar la interrelación entre la política ambiental y el desempeño económico del país. En este sentido la política institucional debe dirigirse a integrar y desarrollar acciones hoy dispersas y espontáneas, y a asumir una función abiertamente promotora, a través de un *Consejo de Inversiones Ambientales*.

- ***Variables que definen el dinamismo del mercado ambiental***

Puede afirmarse que la dinámica del mercado ambiental en materia de residuos, al igual que en otros rubros está determinada por cuatro conjuntos de variables:

- El aparato regulatorio e institucional que incluye leyes, reglamentos, normas, incentivos y desincentivos económicos, y otros instrumentos de política así como las instituciones gubernamentales, sociales y privadas que tienen como objetivo la protección ambiental por medio de la regulación, concertación, participación, vigilancia en el cumplimiento de la ley, denuncia pública y observancia de convenios internacionales.
- Las tendencias de crecimiento en la economía y variables asociadas, a niveles de tasas de interés, inflación y certidumbre, que incrementan la demanda de proyecto y fortalecen la disponibilidad a pagar y las preferencias sociales en favor del medio ambiente.
- Los sistemas administrativos, de información, conocimiento y financieros que determinan costos de transacción, eficiencia y amplitud de mercados y mecanismos de intercambio ambiental.

*IX. Estrategias*

- El grado de apertura e integración de la economía nacional a los mercados mundiales, principalmente a los países industrializados, ya que las exportaciones requieren crecientemente de diferentes procesos de certificación o acreditación ambiental.

Las oportunidades de inversión y de servicios en materia de residuos peligrosos pueden ilustrarse en el cuadro siguiente en donde se explicitan las principales corrientes, circuitos y destinos.

- ***Expectativas de inversión a futuro***

Para el año 2010, las expectativas de generación de residuos industriales peligrosos estarán regidas por los siguiente lineamientos:

- Se fortalecerá el esquema actual de reciclaje, debido a que es una actividad con un mercado atractivo para la inversión nacional y extranjera, y por la próxima entrada en vigor de NOM para promover esta actividad.
- Es posible disminuir la generación de residuos en un 5 % estimado por normas ISO 14000, aplicación de programas de calidad total y empleo de tecnologías limpias en los grandes consorcios industriales.
- Se espera que la generación de residuos disminuya en un 10 %, principalmente en aquellos sectores que generan residuos que requieren ser tratados o confinados, debido a los cambios previstos en la orientación de las normas, en particular la NOM-052.
- Debido al crecimiento esperado del sector industrial, se estima que la generación de residuos se incrementará en por lo menos un 15 %.

El volumen estimado con anterioridad, no contabiliza los inventarios industriales de residuos de los últimos 10 ó 15 años, los cuales se consideran almacenados en los patios de la industria generadora o dispuestos en sitios no autorizados. Tampoco se consideran los suelos contaminados, cuya remediación dará lugar a una importante cantidad adicional de residuos peligrosos. Para efectos de proyección, se supondrá que en el año 2010 se mantendrán niveles de generación de residuos semejantes a las actuales.

Para proyectar la inversión requerida en el manejo de residuos industriales peligrosos, se tomarán como costos de referencia los relativos a la instalación de Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de Residuos Industriales (CIMARI), los que con una capacidad unitaria de proceso de 150,000 toneladas anuales, requieren de una inversión cercana a los 120 millones de dólares por unidad, equivalentes a 800 dólares/ton, y con un costo de manejo estimado en 450 dólares por tonelada.

### Inversión en manejo de residuos industriales peligrosos

Concepto	Necesidades al año 2010 Mill/ton/año	Costo unitario de inversión \$/ton/año	Inversión total MDD	Costo operación anual (mdd)
Manejo y aprovechamiento de RIP	7	800	5,600	3,150

Dólares constantes de 1994.

- **Elementos de factibilidad económica para el desarrollo de mercados**

En la formulación de instrumentos para la inducción y regulación de mercados habrá que considerar propuestas de diseño y de financiamiento de organismos públicos y privados, involucrados en el manejo de residuos, así como de procedimientos operativos, de tal manera que se reduzcan costos de transacción.

Será indispensable evaluar escenarios de oportunidades e incentivos para actores participantes (industriales), con el objeto de prever las posibilidades reales de reducción de la generación de residuos, a través de una reconversión tecnológica que conduzca a procesos productivos más limpios.

Al analizar el potencial de las actividades de reciclaje y recuperación debe enfatizarse especialmente el análisis de mercados de materiales secundarios en relación a su competitividad económica y adecuación tecnológica con respecto a materias primas y, en su caso, comparar los impactos ambientales de la obtención de materiales secundarios y materias primas.

Deben de ponderarse posibilidades reales, diferenciadas regionalmente, para las actividades de reciclaje y recuperación, tomando en cuenta costos, fletes, precios relativos con referencia a materias primas, economías de escala y opciones o necesidades de exportación e importación de residuos e integración de mercados (lo que será especialmente válido para la zona fronteriza del norte) por razones de eficiencia. En este punto no deben subestimarse las ventajas económicas y ambientales de dicha integración, pero tampoco, las dificultades políticas, jurídicas y de opinión pública que ésto podría significar.

En el análisis económico, cabe la consideración de escenarios alternativos al movimiento transfronterizo actual de residuos, estudiando sus repercusiones económicas y sobre la viabilidad misma de los sistemas de manejo. Habrá que valorar si un proteccionismo ambiental en materia de residuos se traduce en la consolidación y ampliación de un mercado interno suficientemente grande y denso para soportar los sistemas de manejo, o bien, tienden a prevalecer ineficiencias que, sin resolver los problemas ambientales, distorsionan los mercados y lastran el crecimiento económico.

- **Promoción y desarrollo de proyectos**

Para la instrumentación de proyectos de gran envergadura, es fundamental convocar a la participación de las tres instancias de gobierno, del sector privado, del sector académico y de la población. Las condiciones a cumplir por las empresas interesadas en desarrollar las instalaciones serán:

- Comprobación de capital contable.
- Verificación de documentos legales.
- Acreditación de experiencia.
- Exhibición de seguros.
- Tecnología viable y acorde al marco regulatorio ambiental nacional.
- Monto de la inversión y número de empleos a generar.
- Descripción de los cuadros técnicos de la empresa.

Los compromisos esperados de los gobiernos estatales y locales interesados en participar serían:

- Concertación social.
- Facilitación de trámites.
- Otorgamiento de licencias.

Las obligaciones de las empresas interesadas y que podrían tornarse en beneficios para los gobiernos estatales y locales, serían:

- Ingreso fijo por tonelada de residuos recibida.
- Fondos para obras de beneficio social y proyectos de protección de los recursos naturales y el ambiente.
- Apertura de nuevos polos de desarrollo industrial.
- Contratación de mano de obra local.
- Posibilidad para participar en sociedades mercantiles o como accionista con otras empresas.
- Apoyo técnico y económico para el desarrollo de otros servicios.

Las funciones y compromisos de la autoridad se plasmarían en:

- Formulación y desarrollo del Plan Rector.
- Expedición de trámites.
- Acreditación de empresas.
- Promoción ante los gobiernos estatales y locales.

- **Demanda y oferta: factibilidad económica para el desarrollo de mercados**

A fin de fortalecer y ampliar la capacidad instalada para el manejo de residuos peligrosos, es importante conocer con detalle el estado de las instalaciones y servicios relacionados con:

- almacenamiento *in situ*;
- recolección y transporte;
- estaciones de transferencia;
- sistemas de separación, recuperación y reciclaje;
- tratamiento (biológico, incineración, neutralización, pirólisis);
- confinamiento y/o disposición final;
- importación y/o exportación.

Una vez definida la base de demanda (representada por el inventario de generación de residuos peligrosos) y de oferta (representada por la capacidad instalada) será posible precisar mercados potenciales en cada uno de los momentos relativos al manejo de residuos peligrosos (almacenamiento *in situ*, recolección, transporte, estaciones de transferencia, confinamientos, sistemas de reciclaje y recuperación de materiales secundarios e incineración, entre otros), así como del sistema de normas e instrumentos económicos necesarios para inducir y regular estos mercados, bajo el principio de internalización plena de costos ambientales.

- **Proyectos y acciones**

---

**Proyecto y acciones**

---

- Fortalecimiento del marco normativo
  - Profundización y especialización de la inspección y vigilancia
  - Integración del Consejo Mexicano de Inversiones Ambientales
  - Mecanismos de convocatoria para proyectos de gran envergadura
  - Inventarios
-

## **8. CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL**

A fin de mejorar la eficiencia económica y ecológica de los procesos productivos, es necesario diseñar e instrumentar estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental. En materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión pueden agruparse en tres grandes rubros:

- Las que persiguen reducir su generación.
- Las enfocadas a disminuir su peligrosidad mediante diversos tratamientos.
- Las empleadas para su reciclaje, recuperación de materiales o energía y disposición final.

En estos ámbitos, la capacitación profesional es un requisito indispensable para el desarrollo de cuadros y de instituciones para el manejo de residuos. Es preciso incorporar en el curriculum universitario programas de diseño ambiental desde nivel licenciatura con alcances multidisciplinarios, buscando su proyección y especialización hasta niveles de posgrado, especialmente en las disciplinas de ingeniería. El trabajo de capacitación debe ir más allá de simples inserciones curriculares y establecer vínculos entre la industria y la academia para apoyar y retroalimentar la investigación en aspectos relevantes al manejo de residuos peligrosos. Es necesario también considerar incentivos fiscales o de otro tipo para inducir a las empresas a apoyar la investigación en aspectos ambientales. En este sentido, también debe buscarse la manera de acreditar académicamente los trabajos de consultoría ambiental y colaboración en los comités de normalización que desarrollan los investigadores universitarios, como estímulo indispensable para formalizar la articulación de los esfuerzos universitarios con los programas reales de gestión ambiental.

Con el propósito de promover la participación de los sectores académicos y de investigación en el desarrollo de tecnologías y sistemas de gestión en los tres rubros anotados, se plantea la necesidad de diseñar esquemas de colaboración y apoyo financiero. Por otro lado, es preciso tender lazos de cooperación con instituciones, gobiernos y organizaciones con el objeto de tener acceso a bancos más amplios de tecnología e información.

Como prioridad en la investigación y el desarrollo surge la necesidad de llevar a cabo un análisis a fondo del sector industrial mexicano, así como de sus perspectivas de despliegue regional, recomposición sectorial y reconversión tecnológica, a la luz de las nuevas perspectivas de crecimiento e integración de la economía mexicana.

## IX. Estrategias

La comunicación es una herramienta imprescindible para la puesta en marcha y el sostenimiento en el transcurso del tiempo de un programa de manejo adecuado de residuos industriales. En este caso se entiende por comunicación el intercambio de información entre los actores, esto es, las instituciones responsables del mismo y los distintos sectores sociales involucrados, principalmente el industrial.

Para entender el proceso de comunicación que se dará, habrá que definir los componentes de los siguientes elementos básicos:

- Destinatarios de la información
- Contenido de los mensajes
- Medios de comunicación
- Evaluación de la propuesta de comunicación inicial.

Estos elementos serán integrados en una estrategia de comunicación del programa que aproveche los recursos y espacios a disposición de la autoridad ambiental y la industria.

Los destinatarios de la información serán tanto los agentes internos de la autoridad ambiental (a nivel de sus diferentes dependencias y delegaciones estatales) como los externos (otros sectores gubernamentales, principalmente el de salud, los distintos giros industriales y sus cámaras representantes, centros académicos, organizaciones civiles y la sociedad en general).

Entre los agentes externos, tendrá especial protagonismo el sector industrial, dado que sobre él recaerá el mayor número de actividades y responsabilidades; en particular, sobre las siguientes ramas industriales y regiones prioritarias:

<b>Regiones prioritarias</b>	<b>Rama o actividad prioritaria</b>
Frontera Norte	Extracción y/o beneficio de minerales de hierro
ZM Ciudad de México	Extracción y/o beneficio de minerales preciosos
ZM Guadalajara	Textiles
ZM Monterrey	Curtido y acabado de cuero
Corredor industrial del Golfo	Fabricación de productos petroquímicos básicos
Corredor Querétaro-León	Fabricación de productos químicos básicos orgánicos
Corredor Puebla-Tlaxcala	Fabricación de productos químicos básicos inorgánicos
Corredor Lerma-Toluca	Fabricación de colorantes y pigmentos
	Fabricación de fertilizantes
	Refinación de petróleo
	Galvanoplastia en piezas metálicas
	Perforación de pozos petroleros y de gas
	Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos

Aunque toda la información referente a los residuos industriales es de interés general, conviene identificar aquélla que más interesa a cada sector del público en particular, para formular mensajes específicos y lograr así una mayor eficiencia en la comunicación.

- La información que se comunique deberá ser clara y oportuna y, en términos generales, se referirá a:
- Las consecuencias ambientales del mal manejo de los residuos industriales
- El riesgo de accidentes químicos
- Los riesgos de salud ambiental y afectación a la salud pública
- Normatividad y regulación directa relevante
- Inspección y vigilancia
- Promoción de infraestructura, especialmente de Centros Integrales para el Manejo y Aprovechamiento de los Residuos Industriales (CIMARI)
- Incentivos para la reducción y manejo adecuado de residuos industriales
- Infraestructura disponible y oferta de servicios de manejo de residuos

Una transmisión efectiva de los mensajes requiere combinar los diferentes medios de comunicación existentes, ya que cada uno de ellos tiene diferente alcance y permite un grado distinto de especificidad en la información. Así:

- Los medios masivos (prensa, radio, TV, cine) permitirán llegar rápidamente a un gran número de gente, pero tienen el inconveniente de que no se pueden enviar mensajes diferenciados según los públicos: dependencias gubernamentales, industria, universidades, organizaciones civiles y sociedad en general.
- Existen medios de comunicación más restringida para públicos cautivos como son revistas especializadas, boletines de cámaras industriales e instituciones relacionadas con el tema, conferencias apoyadas por medios audiovisuales (diapositivas, audiocasetes, video, computadoras y datashow) y redes de cómputo para comunicación institucional e interinstitucional.
- Por último, debe considerarse la comunicación interpersonal, mediante reuniones. Esta modalidad permite tener una comunicación personalizada con uno o pocos interlocutores posibilitando, en la mayoría de los casos, la retroalimentación inmediata entre los participantes.

La evaluación constituiría la respuesta del público a los mensajes enviados a través de diferentes medios. Es una actividad que permite medir la eficacia (validez) y la eficiencia (efectividad) del mensaje formulado y el canal de transmisión empleado en el proceso de comunicación para, en su caso, rectificar la propuesta de comunicación inicial.

- **Proyectos y acciones**

---

**Proyectos y acciones**

---

- Convenios con universidades para programas de licenciatura, posgrado, extensión y acreditación.
  - Sistemas de comunicación social.
  - Secuencia de seminarios y talleres académicos, en el sector privado y público.
-

## **9. COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

La creciente importancia de los temas ambientales en el contexto internacional es reconocida por gobiernos y sociedades nacionales y se refleja en los organismos y acuerdos internacionales en los que participa México. La preocupación por el deterioro del medio ambiente es compartida por diversos países en la medida en que la contaminación de los espacios transfronterizos y el agotamiento de recursos comunes como la atmósfera y los mares afecta la salud, el bienestar y las perspectivas de desarrollo. Por ello, es fundamental dar atención a la cooperación bilateral y multilateral de México en cuanto al impulso de procesos de desarrollo sustentable a escala mundial y la búsqueda de niveles de coordinación crecientes entre las políticas económicas y ambientales internacionales. La política nacional deberá nutrirse de los avances y aprovechar los espacios que la promoción de iniciativas compartidas con nuestros principales socios comerciales y aliados y consolidar así la posición mexicana en el plano internacional.

Punto esencial es la promoción de los intereses específicos de México en un marco de equidad y de ejercicio de la soberanía nacional. Para nuestro país la participación internacional deberá sustentarse en principios e intereses nacionales y vincularse a compromisos con el Estado de Derecho, la democracia, el desarrollo social, el crecimiento económico y nuestra cultura. El reto es conciliar los principios del derecho internacional con los objetivos y prioridades que buscamos alcanzar en cuanto al desarrollo sustentable.

Un aspecto que merece atención especial es la relación entre comercio internacional y protección del ambiente. En este plano es importante contribuir a la modificación de la conducta de algunos agentes nacionales e internacionales que siguen enfocando la dimensión ambiental como un obstáculo a la actividad económica, actitud que además puede traducirse en nuevas barreras no arancelarias para el comercio. Es necesario, por tanto, promover un marco de reflexión más amplio que el simple estudio de casos particulares, integrando el análisis de las realidades nacionales dentro de un esquema que cubra las particularidades del acceso a los recursos naturales, la regulación ambiental, la sustentabilidad de los procesos productivos, las responsabilidades diferenciadas, el grado y adecuación del desarrollo tecnológico y los costos inherentes al nivel particular de la actividad económica, incluida su dimensión social.

- ***Convenios internacionales***

El desempeño de México en el ámbito internacional requiere atender distintos niveles e instancias de acción relacionadas con el cumplimiento de convenios inter-

nacionales, acuerdos comerciales y acuerdos regionales suscritos por el país, así como aquellos compromisos derivados de su participación en organismos internacionales y las necesidades de financiamiento externo que todo ello significa.

De manera sintética, esto remite a atender los compromisos internacionales asumidos por el país, previendo y demandando que los mismos no sean utilizados como mecanismos encubiertos para restringir el comercio internacional ni atenten contra la soberanía nacional. En particular, en lo relativo al manejo y disposición de los residuos peligrosos, aquéllos derivados de:

- El Convenio de Basilea sobre Movimiento Transfronterizo de Residuos Peligrosos.
- La normatividad ambiental y la autorregulación, según los acuerdos ISO-9000 e ISO-14000.
- La Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo y en particular a aquéllos contenidos en la Agenda 21.

Igualmente, deben reforzarse los objetivos de control de residuos industriales peligrosos, según los lineamientos derivados del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá (TLC) básicamente, a través de La Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN).

También, sobresale la participación en las Comisiones de Comercio, Medio Ambiente y de Políticas Económicas de la OCDE, y el cumplimiento de compromisos regionales, principalmente, en cuanto a:

- La prevención y control de la contaminación ambiental en la frontera norte, mediante la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Programa Ambiental Frontera XXI.
- El seguimiento y control del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos conforme a lo establecido en el Convenio de La Paz, firmado con los Estados Unidos.
- El Programa de Cooperación Ambiental México-Canadá.

Es importante, de la misma forma, fortalecer la participación de México en las principales instancias internacionales, a través de:

- Las comisiones de desarrollo sustentable y de biodiversidad de las Naciones Unidas.
- Los programas del PNUMA y de HABITAT de la Organización de las Naciones Unidas.
- El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- La Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Destaca por otra parte, la necesidad de impulsar acuerdos de cooperación y la gestión de recursos ante organismos financieros internacionales y otras instituciones del exterior para apoyar la instrumentación de proyectos específicos en cuanto a :

- Modernización productiva y la innovación tecnológica hacia el logro de una producción cada vez más limpia y ambientalmente sustentable.
- Movimiento transfronterizo de materiales peligrosos.
- El comercio y la competitividad internacional.

• **Convenio de la Paz y Programa Frontera XXI**

En 1983 México y Estados Unidos firmaron el Convenio de la Paz. Este convenio estableció un marco de cooperación para prevenir, reducir y eliminar las fuentes de contaminación de agua, aire y suelo en una zona que se extiende 100 km. a cada lado de la línea fronteriza. Originalmente se establecieron cuatro grupos de trabajo de La Paz para implementar el convenio y sus anexos. El anexo III de este convenio que establece los procedimientos para la transportación transfronteriza de sustancias peligrosas fue firmado en 1986. Actualmente existen nueve Grupos de Trabajo que constituyen la columna vertebral del Programa Frontera XXI.

El Grupo de Trabajo de Residuos Peligrosos realiza proyectos y actividades que promueven las prácticas de manejo apropiadas de residuos industriales. El objetivo clave de este grupo es la creación y estructuración de programas que mejoren la capacidad de manejo de residuos en ambos lados de la frontera. Otros objetivos básicos son el mejoramiento del monitoreo de los movimientos transfronterizos de residuos y sustancias tóxicas y la promoción de actividades de minimización de residuos. El grupo busca incorporar la participación de las autoridades locales, estatales y federales en esta actividades.

Entre los proyectos prioritarios en esta área se encuentran los siguientes :

- Desarrollar un atlas de vulnerabilidad para la frontera México - EUA para establecer áreas prioritarias para el manejo de residuos.
- Desarrollo del sistema Haztraks
- Mantener un inventario fronterizo de generación de residuos peligrosos.
- Proporcionar entrenamiento y capacitación en el manejo de residuos peligrosos
- Continuar el repatriamiento de residuos que fueron importados/exportados ilegalmente
- Desarrollo de proyectos en colaboración con la industria para alentar la minimización de residuos y el manejo seguro de los mismos.
- Capacitación a funcionarios del gobierno, líderes de la comunidad y de la industria sobre la reducción de residuos y la Prevención de la Contaminación.

Por otra parte, el Grupo de Prevención de la Contaminación del programa Frontera XXI ha señalado los siguientes objetivos prioritarios para los próximos 5 años.

- Incrementar el intercambio técnico entre todos los niveles de gobierno para aumentar el apoyo y el acercamiento con la industria.

- ✓ Desarrollar manuales bilingües para los sectores industriales prioritarios sobre Prevención de la Contaminación.
- ✓ Ampliar la asistencia técnica a las empresas pequeñas.
- Expandir la asistencia sobre Prevención de la Contaminación a las maquiladoras.
- Incrementar la cooperación técnica y propiciar el acercamiento entre autoridades federales, estatales y municipales y con el público en general.
  - ✓ Desarrollar iniciativas para el manejo y reciclaje de los residuos sólidos.
  - ✓ Crear talleres para reciclaje y tratamiento de los residuos municipales.
  - ✓ Crear, en asociación con el Grupo de Trabajo de Aplicación de la Ley, un programa de auditoría que incluya un componente de Prevención de la Contaminación, que pueda ser utilizado en ambos países.
  - ✓ El Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAP creará un área de Prevención de la Contaminación.
  - ✓ Iniciar en México el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y desarrollar procesos comunes de distribución de información compatibles entre el RETC mexicano y el Inventario de Sustancias Tóxicas emitidas al Ambiente (Toxic Release Inventory , TRI) de la EPA.
  - ✓ Proporcionar apoyo técnico a las oficinas de ecología de los estados fronterizos mexicanos para proyectos de reciclaje y Prevención de la Contaminación.
  - ✓ Ayuda de la Agencia para el Desarrollo Internacional para el suministro de información al personal de las instalaciones industriales para identificar y establecer acciones de Prevención de la Contaminación y de eficiencia energética, y también difundir esta información a otras industrias dentro de México.
- Aumentar la cooperación y coordinación con otros Grupos de Trabajo de Frontera XXI y otras entidades involucradas en la promoción de la Prevención de la Contaminación.

• **Compromisos con la OCDE**

México se integró a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en mayo de 1994, abriéndose con ello una amplia perspectiva de cooperación en materia ambiental. La orientación del trabajo desarrollado por la OCDE en esta materia está definida por el Acuerdo de los ministros del ambiente celebrado en 1991 y conocido como "OECD Environmental Strategy For The 1990'S".

Además, el ingreso de México a la OCDE significa la asunción de una serie de compromisos técnicos en materia de residuos peligrosos que es necesario tener presentes.

### Compromisos Ambientales de México con la OCDE

Decisiones	Clave	Compromisos
1. Aceptación mutua de datos para la evaluación de sustancias químicas	C(81)30(Final)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest), de la cual forma parte el INE, debe aceptar como válidos los resultados de las pruebas de la peligrosidad de nuevas sustancias químicas realizadas en países miembros de la OCDE, siguiendo los principios de Buenas Prácticas de Laboratorio.</li> </ul>
2. Conjunto mínimo de datos para la evaluación de productos químicos antes de su comercialización	C(82)196(Final)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el establecimiento de disposiciones legales que sustenten un sistema de notificación de nuevas sustancias químicas industriales y de consumo, basado en el aporte de datos suficientes para evaluar su peligrosidad para la salud y el ambiente, antes de decidir si se acepta su ingreso al comercio, vía importación o producción nacional.</li> <li>• Elaborar un inventario de sustancias existentes en el comercio en México (Listado Doméstico de Sustancias Existentes).</li> <li>• Ajustarse a los lineamientos establecidos por la OCDE para la realización de pruebas para evaluar la peligrosidad de las sustancias químicas.</li> </ul>
3. Cumplimiento de los principios de buenas prácticas de laboratorio	C(89)87(Final)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Cicoplafest requiere establecer los sistemas de inspección delineados por la OCDE para verificar la aplicación de los principios de Buenas Prácticas de Laboratorio a los estudios para evaluar la peligrosidad de nuevas sustancias químicas, los riesgos de sustancias químicas existentes y los residuos de plaguicidas en productos agrícolas.</li> </ul>
4. Medidas para la protección del ambiente a través del control de los bifenilos policlorados	(PBC) C(87)2(Final)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibir la manufactura, importación, exportación y venta de BPC's, así como de los productos, artículos o equipo que los contengan, salvo algunas excepciones.</li> <li>• Control de los usos actuales, del transporte y almacenamiento de BPC's, y la aceleración de los pasos tendientes a sustituirlos, particularmente en los casos en los que pueda ocurrir su derrame.</li> <li>• Establecer un control de los productos, artículos o equipo contaminado con BPC's, para reducir la contaminación de tales materiales a niveles que no pongan en peligro la salud y el ambiente.</li> <li>• Tratar y disponer adecuadamente (por incineración a alta temperatura o un método efectivo comparable) los desechos sólidos y líquidos que contengan niveles de BPC's superiores a 100 ppm, así como los equipos que los hayan contenido y no hayan sido limpiados apropiadamente</li> </ul>

IX. Estrategias

---

5. Intercambio de información respecto a accidentes capaces de causar daño transfronterizo	C(88)84(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prohibir la dilución deliberada de residuos que contengan BPC's.</li><li>• Establecer la infraestructura para tratar y disponer adecuadamente los BPC's.</li><li>• Intercambiar información con nuestros países vecinos y consultarlos, en una base recíproca, con la finalidad de prevenir accidentes que puedan ocasionar daños transfronterizos y reducir su impacto en caso de que ocurran. Seguir los lineamientos que al respecto ha establecido la OCDE.</li><li>• Proporcionar información al Secretariado de la OCDE, sobre las acciones que haya realizado México para cumplir con esta decisión, a fin de que el Comité de Ambiente las examine, ello implica, también, identificar y elaborar una lista de las instalaciones peligrosas.</li></ul>
6. Información al público y la participación del público en los procesos de toma de decisiones relacionados con la prevención de y la respuesta a accidentes que involucran sustancias químicas	C(88)85(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguir los principios establecidos por la OCDE, al desarrollar las acciones correspondientes en materia de información al público afectado por accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas; o con respecto a las instalaciones peligrosas existentes o que se proyecte establecer.</li></ul>
7. Cooperación en la investigación y la reducción de riesgos de sustancias químicas existentes	C(90)163(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecimiento y/o fortalecimiento de programas nacionales de investigación sobre sustancias químicas existentes, con el propósito de identificar aquellas que requieran ser manejadas de manera segura o ser controladas de acuerdo con los principios y lineamientos técnicos establecidos por la OCDE.</li></ul>
8. Investigación sistemática de sustancias químicas existentes	C(87)90(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer y en su caso fortalecer, los programas nacionales tendentes a reducir los riesgos para la salud del público en general y de los trabajadores, así como para el ambiente, provenientes de sustancias químicas existentes en el comercio.</li></ul>
9. Control de los movimientos transfronterizos de los residuos destinados a operaciones de recuperación	C(92)39(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ampliar la infraestructura para el tratamiento y disposición final ambientalmente adecuados de los residuos peligrosos, tal como se establece en las decisiones del Consejo de la OCDE en la materia.</li></ul>

---

*Programa para la Minimización y el Manejo Integral de los Residuos Industriales Peligrosos en México. 1996-2000*

---

10. Control y reducción de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos	(C(83)180(Final))C (86)64(Final) C(88)90(Final) C(90)178(Final)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cooperar en la recolección de datos armonizados sobre las importaciones y exportaciones de residuos peligrosos y en darlos a conocer al público. La OCDE publica periódicamente un seguimiento de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos en sus países miembros y México ha sido invitado a proporcionar los datos al respecto.</li><li>• Cooperar en el desarrollo e instrumentación de lineamientos concernientes a la reducción de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.</li></ul>
11. Establecer un inventario multimedia de contaminantes : Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)	C(96) 41/Final	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer un Registro de Emisiones de Transferencia de Contaminantes, tomando como base los principios y la información incluida en el documento: Guía para los Gobiernos de la OCDE, y poner a disposición del público dicho registro.</li><li>• Compartir periódicamente los resultados del registro con otros países miembros de la OCDE y con países no miembros , haciendo énfasis en compartir datos sobre las regiones fronterizas entre países vecinos importantes.</li></ul>

---

• **Proyectos y acciones**

---

**Proyectos y acciones**

---

- Seguimiento al Convenio de Basilea
  - Seguimiento al Grupo de Trabajo sobre Residuos Peligrosos del Acuerdo de la Paz
  - Seguimiento y cumplimiento de compromisos OCDE
-