

Capítulo 7. Residuos





Residuos

En México, como en otros países, el proceso de industrialización que se intensificó a partir de la segunda mitad del siglo pasado derivó en una mayor demanda de materias primas para satisfacer el creciente consumo de bienes y servicios de una población cada vez más numerosa y con patrones de consumo cada vez más demandantes. Como consecuencia, se agravaron los problemas ambientales como la contaminación del aire y la generación de residuos tanto urbanos como industriales. Este último se acompañó, inevitablemente, por la disposición inadecuada de los residuos a lo largo del territorio, lo que afectó y continúa impactando directa o indirectamente la salud de la población y de los ecosistemas naturales (ver el Recuadro *Impactos de los residuos sobre la población y los ecosistemas*).

Más formalmente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a los residuos como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido,

líquidos o gases y que se contienen en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la misma Ley (DOF, 2003). En función de sus características y orígenes, se les clasifica en tres grandes grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS¹

Los residuos sólidos urbanos son aquéllos generados en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (por ejemplo, de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques). Proviene también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole (DOF, 2003).

Generación de residuos sólidos urbanos

Las cifras actuales sobre la generación de RSU a nivel nacional presentan limitaciones importantes, básicamente porque no se trata de mediciones directas, sino de estimaciones. La estimación de la generación nacional se calcula, conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos, con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante (medida en kg/hab/día), a partir de la información obtenida de muestreos aleatorios en campo, con duración de ocho días, para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población. A partir de las estimaciones de generación per cápita puede calcularse la generación diaria y un estimado anual a nivel nacional.

¹Con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003), los residuos sólidos municipales (RSM) cambiaron su denominación a la de residuos sólidos urbanos (RSU). En este capítulo se denominarán con este último nombre, incluyendo aquéllos a los que se hace referencia hasta antes de 1997, que fueron generados con base en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, la que establece el método para la determinación de la generación de residuos sólidos municipales (DOF, 1985).

El desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que conllevan al aumento sostenido del consumo, han impactado significativamente en el volumen y la composición de los residuos producidos por las sociedades del mundo. Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas en la salud de la población y de los ecosistemas naturales. Algunos impactos de los residuos son los siguientes:

- **Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero:** la descomposición de los residuos orgánicos produce biogases que resultan desagradables por los olores que generan, además de ser peligrosos por su toxicidad e incluso, por su explosividad. Entre ellos destacan el bióxido y monóxido de carbono (CO_2 y CO , respectivamente), metano (CH_4), ácido sulfhídrico (H_2S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, entre ellos la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno). Algunos, como el CO_2 y el CH_4 , además de alterar la calidad del aire, favorecen, como gases de efecto invernadero, el calentamiento global.

- **Contaminación de los suelos y cuerpos de agua:** el contacto del agua con los residuos puede generar lixiviados (es decir, líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales) que contienen, en forma disuelta o en suspensión, sustancias que se infiltran en los suelos o escurren fuera de los sitios de depósito. Los lixiviados pueden contaminar los suelos y los cuerpos de agua, provocando su deterioro y la reducción de su productividad, así como representar un riesgo para la salud humana y de los demás organismos.

- **Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades:** los residuos orgánicos que se disponen atraen a un numeroso grupo de especies de insectos, aves y mamíferos que pueden transformarse en vectores de enfermedades peligrosas como la peste bubónica, tifus marino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras.

Referencias:

Semarnat. *Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México. 2006.

Semarnat. *Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2005*. México. 2006.

En 2007 se estimó una generación de 36.9 millones de toneladas, lo que equivale a una producción diaria de aproximadamente 101 mil toneladas. Esta cifra se ha incrementado notablemente en los últimos años, debido básicamente al crecimiento urbano, al desarrollo industrial, a las modificaciones tecnológicas y al cambio en los

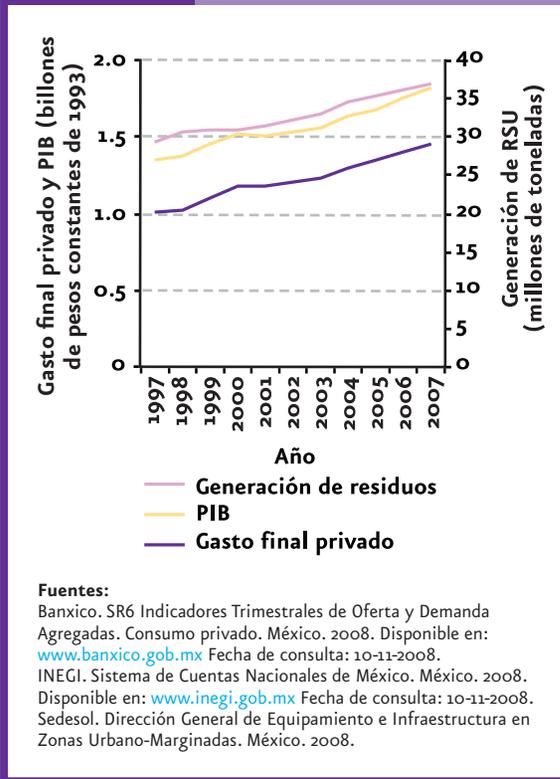
patrones de consumo de la población. Ejemplo de ello es que en el transcurso de los últimos diez años, la generación total de RSU se incrementó 26%, paralelamente al crecimiento del producto interno bruto (PIB) y al gasto de la población² (Figura 7.1; Cuadro D3_RSM01_02; IB 4-1 y 4-2).



²Se refiere al gasto de consumo final privado, el cual es el valor total de todas las compras en bienes y servicios de consumo, individuales y colectivos, realizadas por los hogares residentes, las instituciones sin fines de lucro residentes y el gobierno federal. Incluye los bienes duraderos y bienes y servicios no duraderos, tanto el gasto en el mercado interior, como las compras netas directas en el mercado exterior (INEGI, 2008).

Figura 7.1

Gasto final privado, producto interno bruto (PIB) y generación de RSU, 1997 - 2007

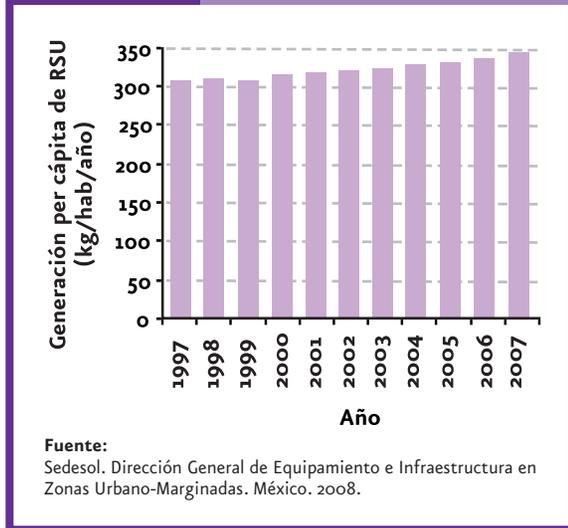


A nivel de los habitantes del país, la generación per cápita diaria creció de 300 gramos en 1950, a casi un kilogramo en 2007. En términos anuales, la generación per cápita se incrementó en promedio 4 kilogramos por año entre 1997 y 2007, alcanzando los 349 kilogramos por habitante en el 2007 (Figura 7.2; **IB 4-2**). Considerando a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en 2006 la generación per cápita nacional (336 kg/hab/año) resultó 39% menor al promedio de los países que la componen (550 kg/hab/año; Figura 7.3). En ese año, un ciudadano mexicano promedio generó 29% más residuos que un ciudadano polaco y cerca del 45% del volumen producido por un habitante irlandés promedio (OCDE, 2008).



Figura 7.2

Generación per cápita de RSU en México, 1997 - 2007

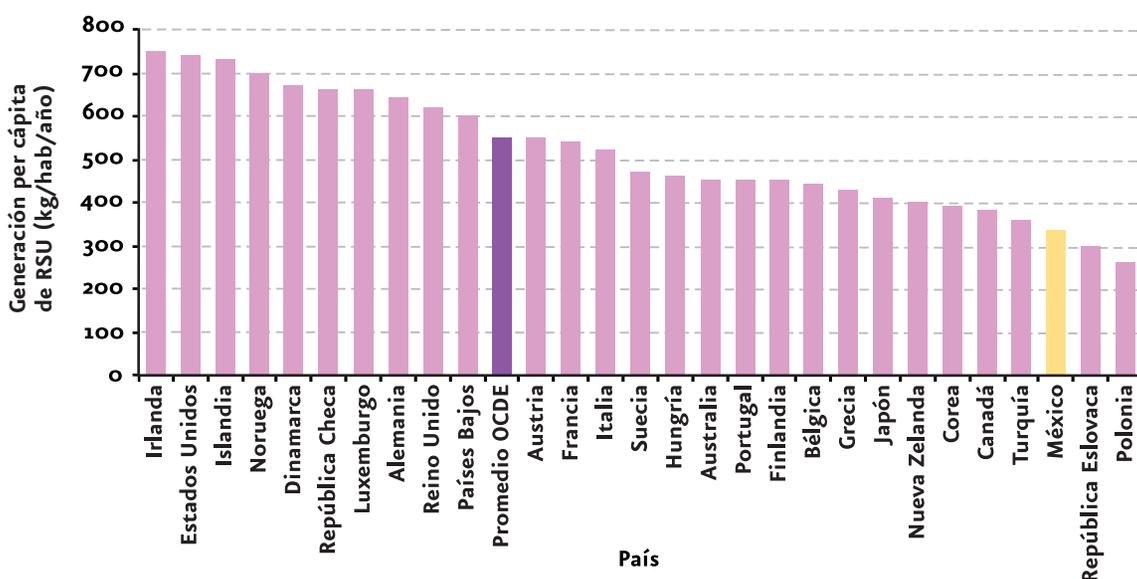


La generación per cápita muestra diferencias importantes entre regiones y entidades federativas del país, debidas básicamente a la influencia de factores culturales, niveles de ingreso y a la dinámica del movimiento hacia los centros urbanos, entre otros ([Cuadro D3_RSM01_01](#)). Si se considera la regionalización de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) para el análisis de la generación de residuos, en 2007, el Distrito Federal y la Frontera Norte registraron las mayores generaciones de RSU per cápita, con cerca de 1.4 y 1.1 kilogramos al día, respectivamente, mientras que los habitantes de otras zonas, como la región Sur, generaron en promedio menos de un kilogramo al día (Mapa 7.1).

En cuanto a la generación total de residuos, también existen diferencias importantes por región. Por ejemplo, la Centro contribuye con la mitad de la generación de los RSU en el país, seguida por la Frontera Norte (16% del total) y el Distrito Federal (13 %; [Figura 7.4; Cuadro D3_RSM01_01](#)). En el periodo 1997-2007, las regiones

Figura 7.3

Generación de RSU per cápita en países de la OCDE, 2006

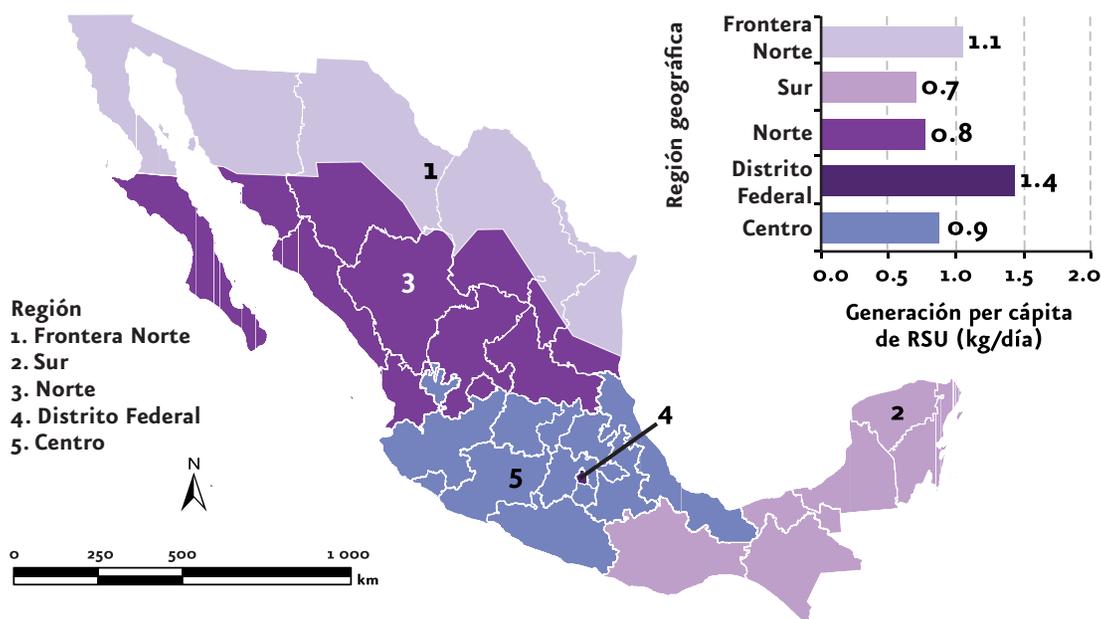


Fuentes:

OECD. OECD Environmental Data. Compendium 2006/2007. France, 2008. Disponible en: www.oecd.org/document/49/0,3343,en_2825_495628_39011377_1_1_1_1,00.html Fecha de consulta: 10-09-2008. Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2007.

Mapa 7.1

Regionalización para el análisis de generación de RSU y generación per cápita, 2007

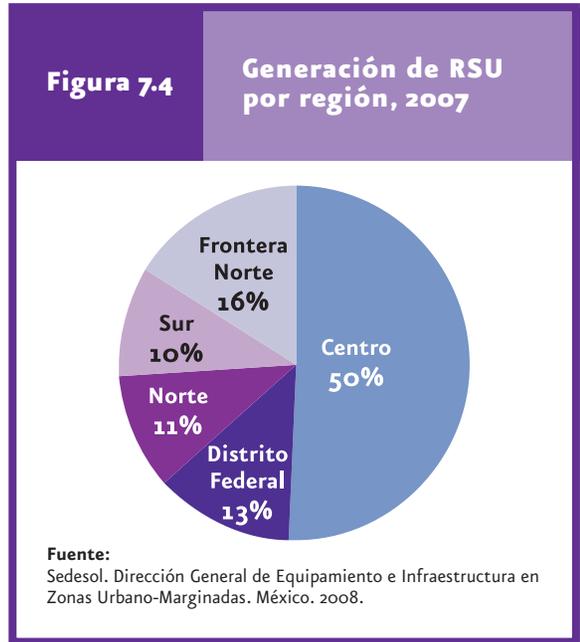


Fuentes:

Semarnap. Estadísticas del Medio Ambiente. México. 1997. Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2007.

Centro, Sur y el Distrito Federal aumentaron su generación de residuos en un 33, 26 y 13%, respectivamente. Casos notables fueron los de la Frontera Norte y la región Norte, que en el mismo periodo aumentaron su generación, en el primer caso, casi tres veces (pasando de más de 2 mil toneladas en 1997 a cerca de 6 mil en 2007) y, en el segundo caso, disminuyendo alrededor de 33%.

En 2007, las entidades que generaron mayores volúmenes de RSU fueron el Estado de México, Distrito Federal y Jalisco, mientras que Colima, Baja California Sur, Campeche y Nayarit registraron las menores volúmenes (Mapa 7.2; Cuadro D3_RSM01_04). Si se analiza la contribución relativa al producto interno bruto nacional de los estados, puede observarse que guarda una relación lineal positiva con la contribución a la generación nacional de RSU (Figura 7.5). Sin embargo, existen entidades como el Estado de México y el Distrito Federal, cuya contribución a la producción total nacional de RSU se aparta significativamente de la tendencia que siguen el resto de las entidades.



Si se considera la generación de residuos de acuerdo al tamaño de las localidades, se observa que aquéllas con una población menor a los 15 mil habitantes (las llamadas “rurales” o “semiurbanas”, y que albergan 37% de la población del país) generaron

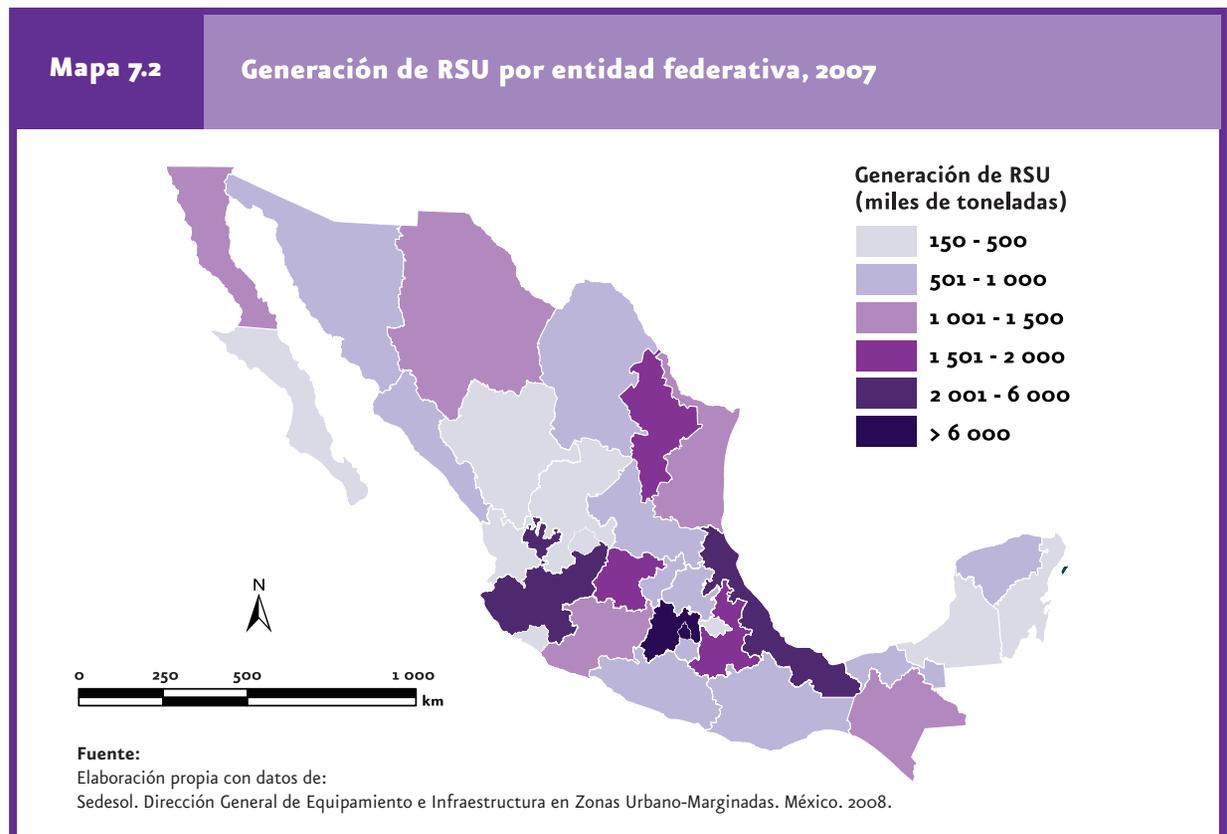
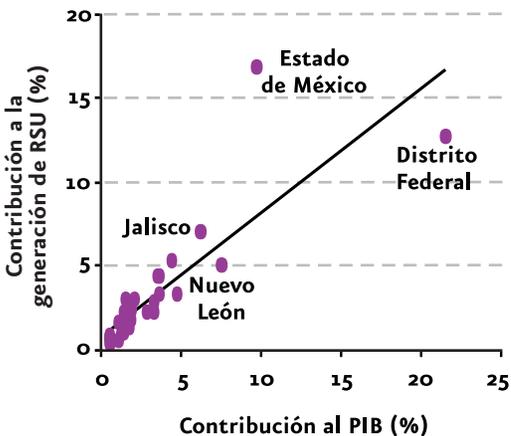


Figura 7.5

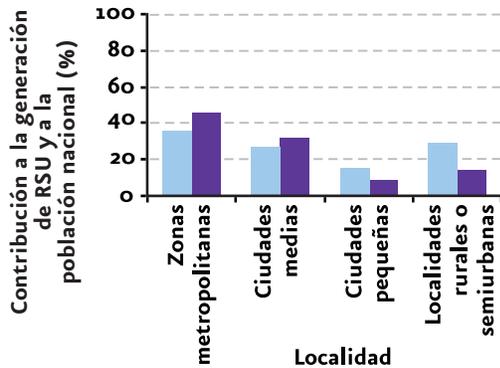
Contribución al PIB y a la generación de RSU por entidad federativa, 2006



Fuentes:
INEGI. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1998-2006. México. 2007.
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2007.

Figura 7.6

Generación de RSU por tipo de localidad, 2007



Nota: ¹Datos de 2005

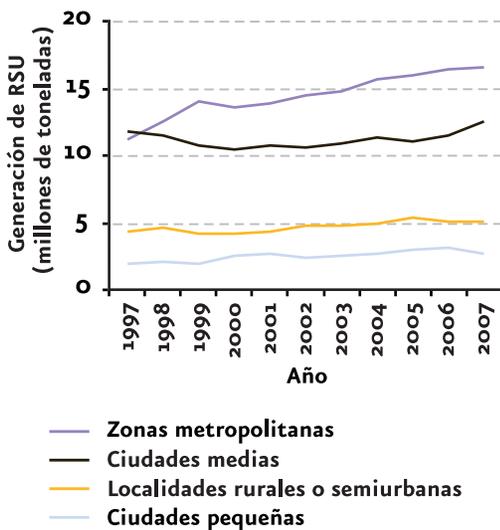
Fuentes:
INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005 y estimaciones del Conapo. Disponible en: www.conapo.gob.mx/ocifras/5.htm
Fecha de consulta: 10-09-2008.
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

el 13.6% del volumen nacional producido, mientras que las zonas metropolitanas (con más de un millón de habitantes) contribuyeron con 44.9% de los residuos totales (Figura 7.6). La evolución de la generación de residuos por tipo de localidad entre 1997 y 2007 muestra que las zonas metropolitanas incrementaron 48% el volumen de generación, mientras que las ciudades pequeñas lo hicieron en 45% y las rurales o semiurbanas en 15% (Figura 7.7). Las ciudades medias prácticamente no aumentaron el volumen de residuos generados durante este periodo (Figura 7.7; Cuadro D3_RSM01_02).

La composición de los residuos también ha cambiado de manera importante en el tiempo a nivel nacional. En general, la composición de los RSU depende, entre otros factores, de los patrones de consumo de la población. Se ha encontrado que existe una correlación entre la composición de los RSU generados y las condiciones económicas de los países: aquéllos con menores ingresos generan menos residuos y en sus componentes predomina

Figura 7.7

Generación de RSU por tipo de localidad, 1997 - 2007



Fuente:
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

la materia orgánica, en contraste con los países con mayores ingresos (BID-OPS, 1997). El caso de México ilustra la transformación entre ambos tipos de economías: en la década de los 50, el porcentaje de residuos orgánicos en la basura oscilaba entre 65 y 70% de su volumen, mientras que para 2007, esta cifra se redujo al 50%. (Figura 7.8; Cuadro D3_RSM01_10). En esta última fecha, 32.3% de los RSU generados eran potencialmente reciclables, destacando el papel y cartón (14.9%), vidrio (6.4%), plástico (6%), metal (3.5%) y textiles (1.5%).

En 2007, el 32.3% de los RSU generados eran parcialmente reciclables.

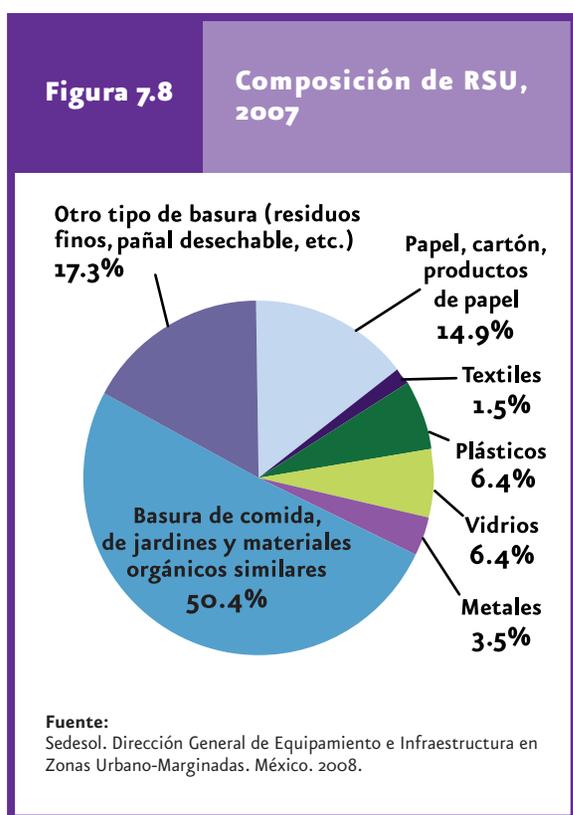
desperdicios, y evitar el impacto potencial que podrían ocasionar sobre los ecosistemas. Durante mucho tiempo, el manejo de los RSU no fue el más adecuado y hoy día no se han incorporado en todo el territorio nacional técnicas modernas para la solución de este problema, por lo que es relativamente frecuente que los residuos se depositen en espacios cercanos a las vías de comunicación, o bien, sobre depresiones naturales del terreno, tales como cañadas, barrancas y cauces de arroyos.

El manejo de los RSU comprende diferentes fases, que van desde su generación, almacenamiento, transporte y tratamiento, hasta su disposición en diversos sitios. Algunas de ellas involucran aspectos importantes del ciclo de vida de los residuos, tales como la recolección, el reciclaje y la disposición final, las cuales se tratan con más detalle en los siguientes párrafos.

Recolección

En 1996 se recolectaba cerca de 70% de los residuos generados en el país, cifra que en 2007 alcanzó 88.4% (Figura 7.9; Cuadro D3_RSM01_05). Sin embargo, esta cifra también difiere si se trata de zonas metropolitanas, ciudades medias o pequeñas áreas urbanas. En las grandes zonas metropolitanas del país, la cobertura en la recolección de los residuos alcanza 95%, mientras que en las ciudades medias varía entre 75 y 85% y en las pequeñas áreas urbanas entre 60 y 80% (Semarnat-INE, 2006).

En 2007, los estados que registraron la mayor cobertura en la recolección de RSU fueron el Distrito Federal (98% del volumen generado), Aguascalientes (97.5%), Baja California Sur (94.7%) y Tlaxcala (94.4%), mientras que los estados con menor cobertura fueron Hidalgo (78.1%), Durango (78.6%), Oaxaca (78.9%) y Michoacán (79.9%; Mapa 7.3; Cuadro D3_RSM01_05).

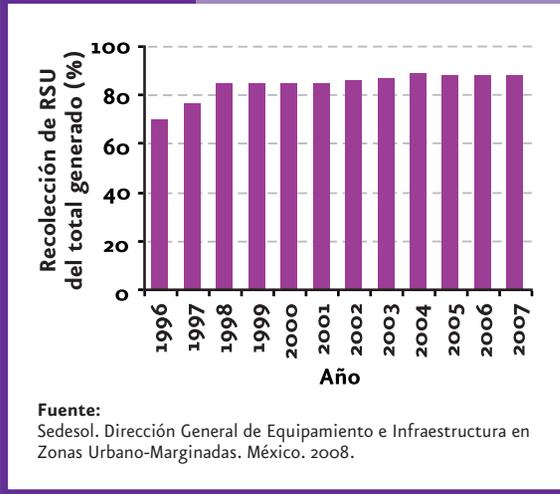


Manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos

El manejo adecuado de los RSU tiene como objetivo final proteger la salud de la población, reduciendo su exposición a lesiones, accidentes, molestias y enfermedades causadas por el contacto con los

Figura 7.9

Recolección de RSU, 1996 - 2007



En 1996, se recolectaba en el país 70% de los residuos generados, en 2007 aumentó a 88.4%.

final de residuos, en 2007 se recicló 3.3% del volumen de los RSU generados

(Figura 7.10; Cuadro D3_RSM01_10; IB 4-5). Sin embargo, esta cifra podría ser mayor, e incluso alcanzar el 10%, dado que muchos de los RSU que se puede reciclar se recuperan directamente en los contenedores y en los vehículos de recolección. Del volumen total de RSU reciclados en 2007, el mayor porcentaje correspondió al papel, cartón y sus derivados (38.7%), seguidos por el vidrio (34.7%) y los metales (26%; Figura 7.11; Cuadro D3_RSM01_10). Por otro lado, si se considera el volumen reciclado de cada tipo de RSU con respecto a su volumen producido, los sólidos que más se reciclaron en 2007 fueron los metales (24.1% del total de metales generados), el vidrio (17.8%), papel (8.5%) y los plásticos y textiles, con 0.3% cada uno.



Reciclaje

El volumen de RSU que se recicla en el país, aunque se ha incrementado, aún resulta bajo. De acuerdo con las cifras obtenidas de los sitios de disposición

Mapa 7.3

Recolección de RSU por entidad federativa, 2007

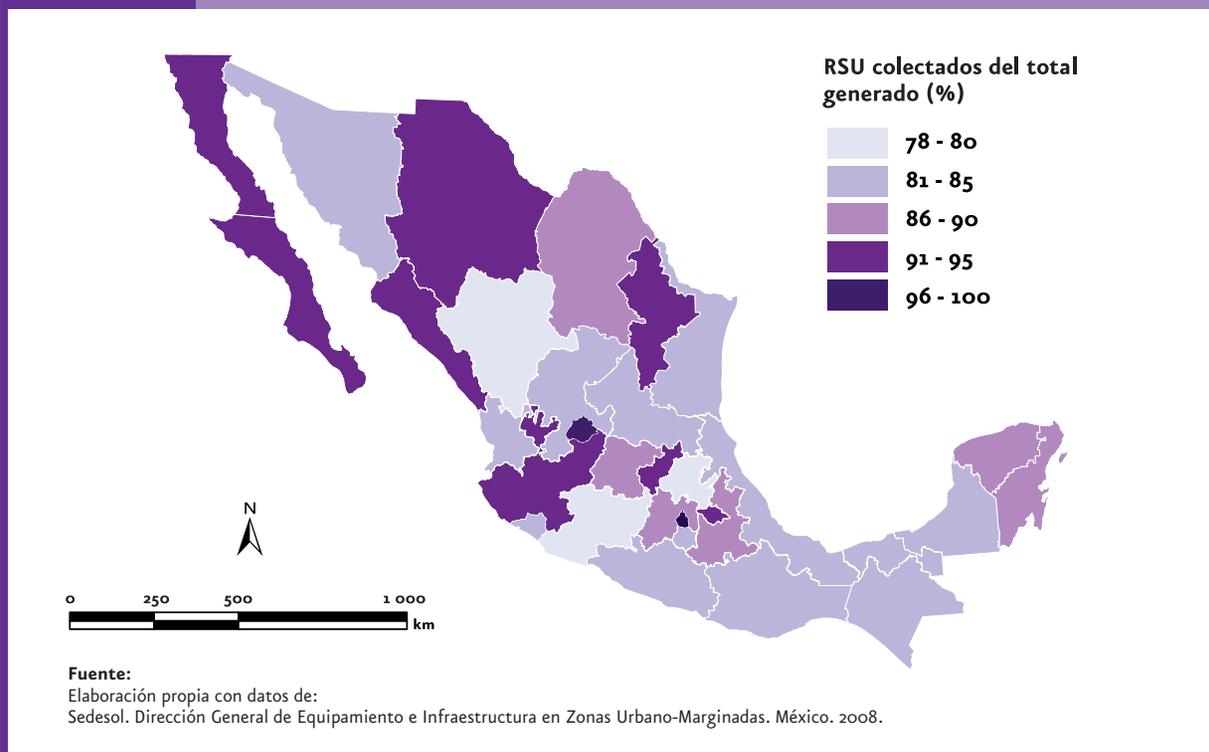
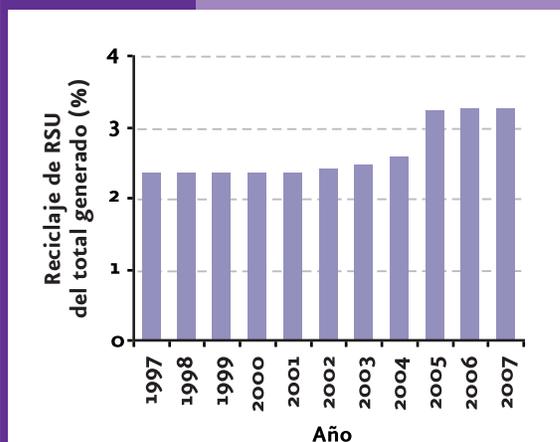


Figura 7.10

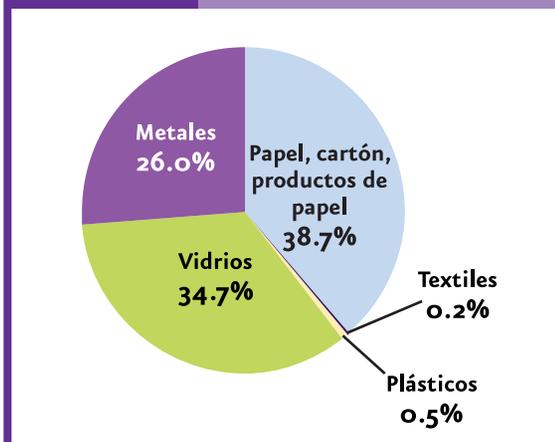
**Reciclaje de los RSU,
1997 - 2007**



Fuente:
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

Figura 7.11

**Reciclaje de RSU
por composición,
2007**



Fuente:
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

Disposición final

La disposición final de los residuos se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las posibles afectaciones a la salud de la población y de los ecosistemas. Los sitios de disposición final (tanto los rellenos sanitarios como los sitios controlados) deben: 1) garantizar la extracción, captación, conducción y control de los biogases generados; 2) garantizar la captación y extracción de los lixiviados; 3) contar con drenajes pluviales para el desvío de escurrimientos y el desalojo del agua de lluvia; 4) controlar la dispersión de materiales ligeros, así como la fauna nociva y la infiltración pluvial.

Los rellenos sanitarios constituyen la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Este tipo de infraestructura involucra métodos y obras de ingeniería particulares que controlan, a través

En 2007, 67% de los RSU se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados y el resto se depositó en sitios no controlados.

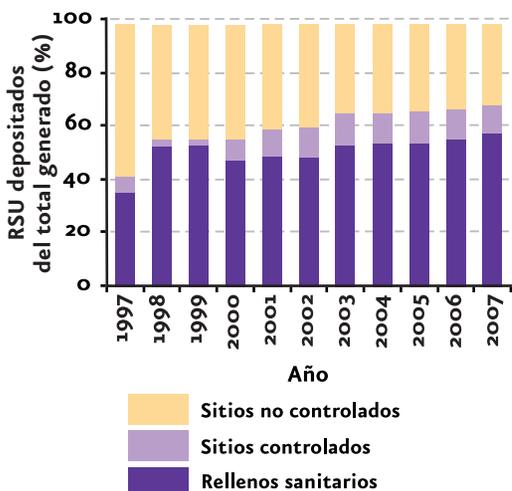
del tratamiento de los lixiviados (es decir, de los líquidos que escurren directamente de los residuos o por efecto de la lluvia), así como de la quema de gases, la reforestación en el área del relleno y el control de olores, los posibles impactos de los residuos al ambiente y la salud humana.

En 2007, se estimó que 67% del volumen generado de RSU en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados, y el restante se depositó en sitios no controlados. Esto resulta un incremento importante si se considera que en 1997 cerca de 60% se depositaba en sitios no controlados (Figura 7.12; Cuadro D3_RSM01_09_D; IB 4-3). Si se analiza a nivel de entidad federativa, en 2007 el Distrito Federal, Aguascalientes y Nuevo León dispusieron casi la totalidad de sus residuos en rellenos sanitarios y sitios controlados. Sin embargo, Oaxaca, Hidalgo y Chiapas dispusieron un volumen bajo de RSU en este tipo de instalaciones, con valores menores a 30% del total de residuos producidos (Mapa 7.4; Cuadro D3_RSM01_09_D).



Figura 7.12

Disposición final¹ de los RSU, 1997 - 2007



Nota:

¹El porcentaje total de disposición no llega a 100 debido a que una porción de los residuos es reciclada.

Fuente:

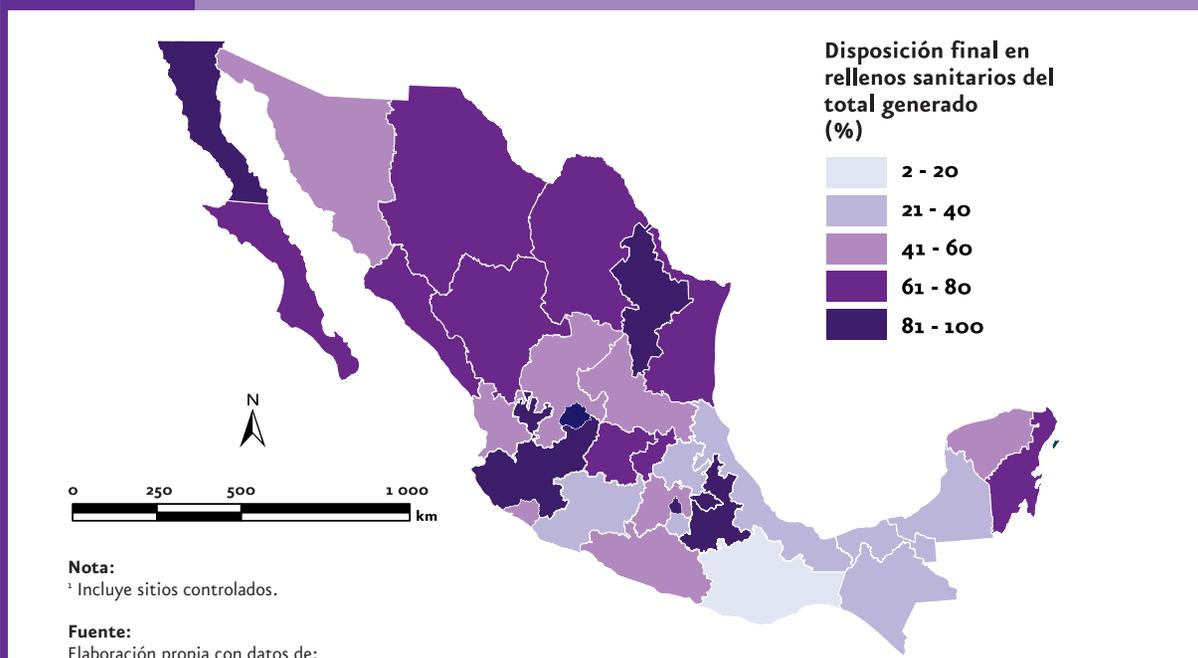
Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

En cuanto al número de rellenos sanitarios en México, se ha logrado un avance significativo en el establecimiento de este tipo de infraestructura en los últimos años. Entre 1995 y 2007 la cifra creció de 30 a 114 sitios, contándose además, para este último año, con 24 sitios controlados. Sólo Oaxaca y Zacatecas no tenían, hasta esa fecha, rellenos sanitarios, pero contaban, respectivamente, con uno y tres sitios controlados (Mapa 7.5; Cuadro D3_RSM01_07_D).

En general, en América Latina los avances en materia de rellenos sanitarios se han orientado principalmente a las grandes ciudades (BID-OPS, 1997) y México no es la excepción. Cuando se analiza la disposición adecuada de los residuos por tipo de localidad, en las zonas metropolitanas el 88% de los residuos se dispone adecuadamente, es decir, en rellenos sanitarios y sitios controlados, mientras que en las localidades rurales o semiurbanas esta cifra es de tan sólo del 9.6% (Figura 7.13; Cuadro D3_RSM01_08_D).

Mapa 7.4

Disposición final de RSU en rellenos sanitarios¹ por entidad federativa, 2007



Nota:

¹ Incluye sitios controlados.

Fuente:

Elaboración propia con datos de: Sedesol. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas. México. 2008.

Mapa 7.5

Rellenos sanitarios por entidad federativa, 2007

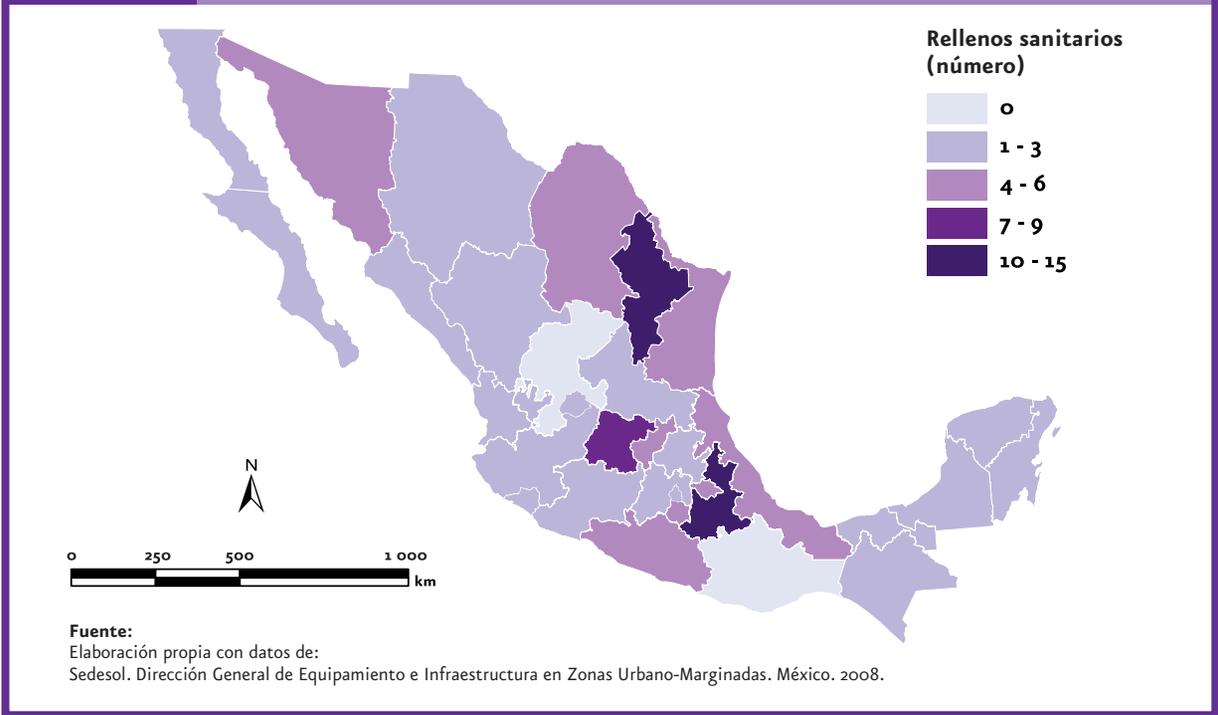
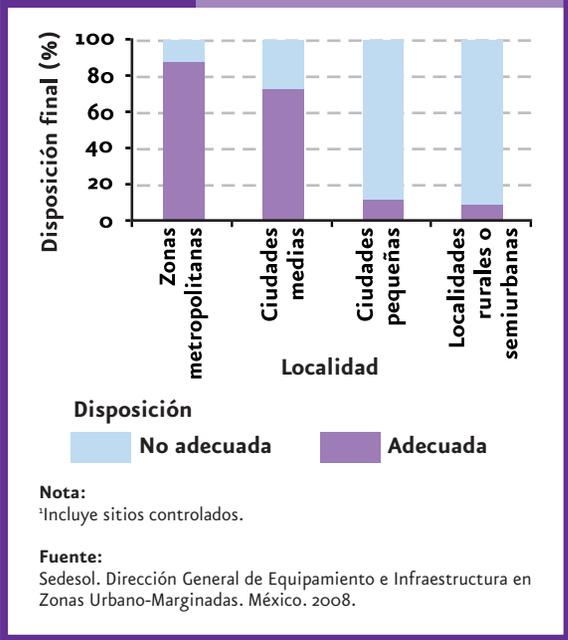


Figura 7.13

Disposición final de RSU en rellenos sanitarios¹ y sitios no controlados por tipo de localidad, 2007



RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Los Residuos de Manejo Especial (RME) se definieron recientemente en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003). En dicha ley se les incluye como aquéllos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos. Algunos ejemplos de residuos de este tipo se muestran en el Recuadro *Residuos de Manejo Especial*.

Debido a la reciente regulación de este tipo de residuos, en la actualidad no se cuenta con datos acerca de los volúmenes de generación para ciertas clases de ellos. La Figura 7.14 muestra la generación estimada de RME en 2005 para cuatro de los ocho servicios que los producen: la mayor parte corresponde a los de la construcción y demolición provenientes de obras para viviendas,

Según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los residuos de manejo especial son aquellos provenientes de:

- Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.
- Los servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos.
- Las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.
- Los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades

que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas.

- Tratamiento de aguas residuales. (Lodos).
- Los residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.
- Residuos generados por la construcción, mantenimiento y demolición en general.
- Los residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico.
- Otros que determine la Semarnat de común acuerdo con las entidades federativas y municipios que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

Referencia:

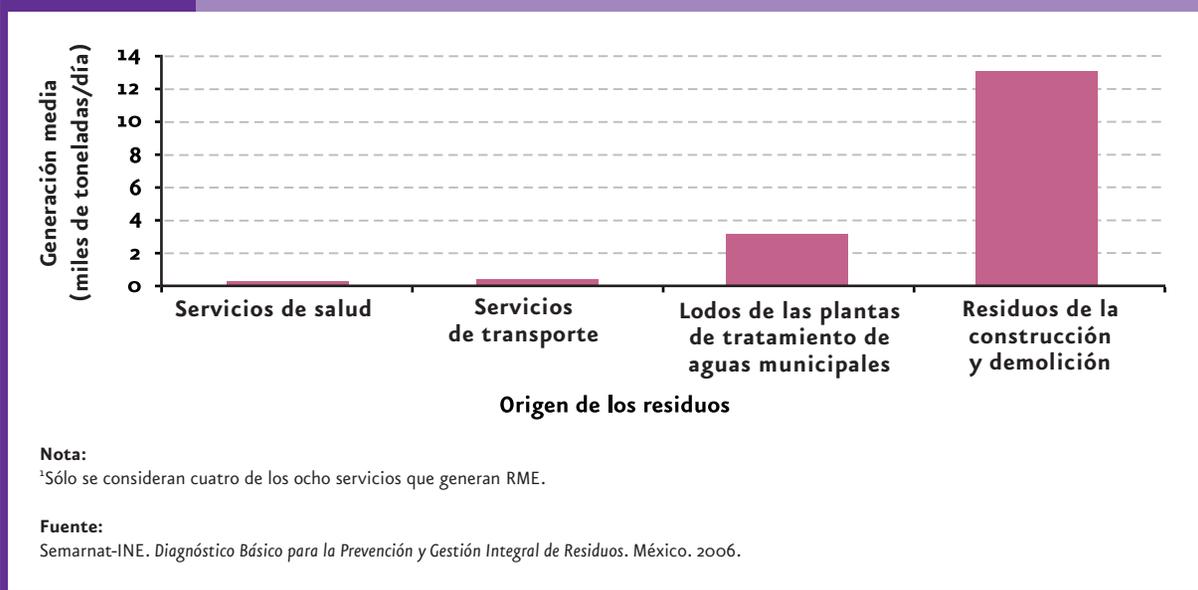
DOF. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. 2003 (8 de octubre).

comercios o la industria (77%); 18% a los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; 3% a los residuos generados por servicios de transporte (en su mayoría provenientes de las terminales de pasajeros y actividades administrativas y comerciales, así como del movimiento de las unidades) y 2% a los que se generan en las unidades médicas (Semarnat-INE, 2006).

De acuerdo con el *Diagnóstico sobre la Generación de Basura Electrónica en México*, la generación nacional anual de residuos electrónicos (entre los que se incluyen televisores, computadoras de escritorio y portátiles, equipo de audio y teléfonos celulares) se estimó entre 150 mil y 180 mil toneladas potenciales al año (IPN, 2007).

Figura 7.14

Generación de RME¹, 2005



RESIDUOS PELIGROSOS

El progreso de la industria química ha permitido el desarrollo de una gran variedad de sustancias que sirven como productos o materias primas para numerosos bienes que consume la sociedad mundial (ver el Recuadro *El universo de las sustancias químicas*). Si bien es cierto que éstos han mejorado significativamente el nivel de vida de la población, también ejercen una presión importante sobre el medio ambiente y la salud humana.

Una consecuencia del uso de sustancias químicas y de materiales peligrosos tanto en los procesos productivos como en el uso doméstico, es la generación de residuos peligrosos (RP). Además, una vez finalizada la vida útil de un producto, éste puede transformarse en un residuo peligroso afectado debido a sus componentes (ver el Recuadro *La problemática de las pilas y baterías*).

Para que un residuo se considere peligroso, debe

poseer alguna de las seis características de peligrosidad CRETIB: corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad (T), inflamabilidad (I) o ser biológico-infeccioso (B).

Generación de residuos peligrosos

Los primeros estudios para estimar el volumen de residuos peligrosos generados en el país fueron elaborados en 1994 por el Instituto Nacional de Ecología (INE). A partir de entonces, las cifras reportadas han sido diversas, y se han basado fundamentalmente en la información reportada por un conjunto de empresas que generaban o daban tratamiento a este tipo de residuos (Tabla 7.1).

La estimación más reciente sobre el volumen de generación de RP, para el periodo 2004-2008, equivale a un millón 25 mil 128 toneladas (Semarnat, 2009; Figura 7.15). Está basada en los reportes de 27 mil 465 empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP)

Entre 2004 y 2008 se estimó, con base en las empresas registradas en el Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, una generación de un millón 25 mil 128 toneladas de residuos peligrosos en el país.

El descubrimiento, desarrollo y aplicación de nuevas sustancias químicas es uno de los factores que ha contribuido de manera importante al desarrollo de las sociedades modernas. A nivel mundial se han identificado alrededor de 12 millones de sustancias químicas (Yarto *et al.*, 2003), de las cuales, según la FAO, en 2007 cerca de 70 mil se encontraban en el mercado. Estas sustancias permiten controlar plagas, curan enfermedades, preservan alimentos, generan energía e intervienen en multitud de actividades productivas para la generación de bienes (INE, 2007). Sin embargo, estas sustancias pueden traer consigo también riesgos para la salud humana y el medio ambiente, muchos debido a su manejo inadecuado. Pueden alterar la productividad de los suelos, deteriorar la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua y afectar la reproducción y el desarrollo de especies acuáticas y terrestres. Su manejo inadecuado afecta a la población por la ocurrencia de explosiones, derrames e incendios.

En México se utilizan unas 100 mil sustancias químicas en diversas actividades productivas. De éstas, se estima que una cantidad muy pequeña, entre mil y 2 mil, son peligrosas (Semarnat, 2006). Por otra parte, se cuenta con un inventario de aproximadamente 400 sustancias químicas consideradas como tóxicas, inflamables y explosivas en los listados de actividades altamente riesgosas (DOF, 1990, 1992). Los sectores industrial, minero y agrícola generan o utilizan

grandes cantidades de sustancias químicas. En la actualidad, la industria petroquímica y la química aportan la mayor cantidad de los insumos químicos necesarios para la industria secundaria del país. En 2006 se produjeron 19.6 millones de toneladas de sustancias químicas, de las cuales, 40.5% correspondieron a petroquímicos de PEMEX (Figura a).

La regulación de las sustancias químicas se basa en tres instrumentos: la Licencia Ambiental Única (LAU), la Cédula de Operación Anual (COA) y el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). La LAU constituye la columna vertebral del sistema, pues agrupa e integra los trámites que los establecimientos industriales deben cumplir en materia de impacto y riesgo ambiental. La información requerida para su emisión se integra en la COA, la cual es un instrumento de reporte y recopilación de información de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, que a su vez se emplea para la actualización de datos del RETC.

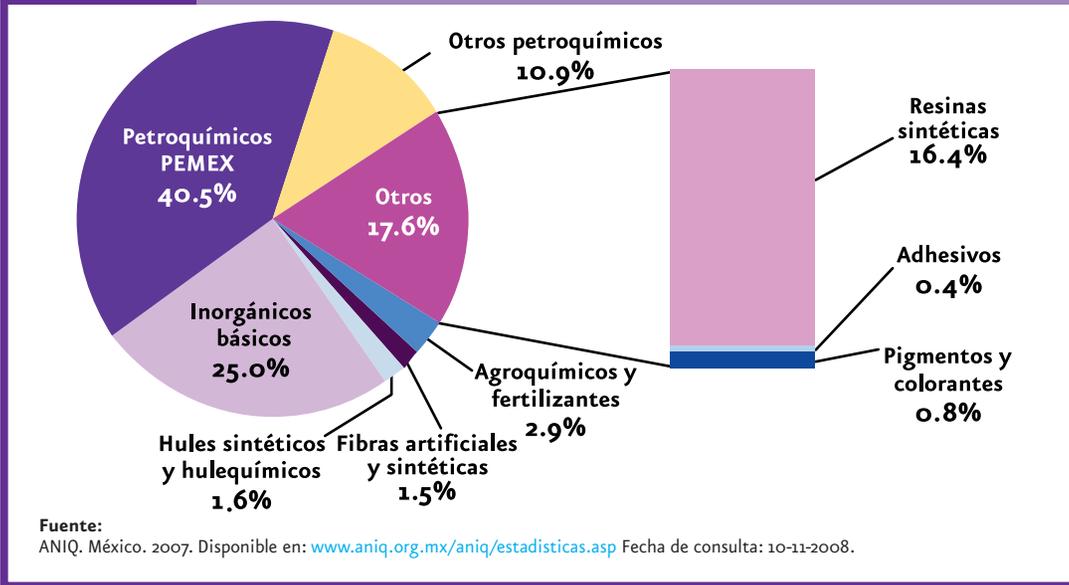
Referencias:

DOF. Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el primer listado de actividades altamente riesgosas. México. 1990 (28 de marzo).

DOF. Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación

Figura a

Producción de las sustancias químicas en México, 2006



y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas. México. 1992 (4 de mayo).

FAO. Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP) aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. México. 2007. Disponible en: www.pic.int/ Fecha de consulta: 07-12-2008.

INE. El universo de las sustancias químicas y los riesgos ecológicos. Disponible en: www.ine.gob.mx/dgicurg/sqre/universo.html Fecha de consulta 29-08-2008.

Semarnat. La Gestión Ambiental en México. México. 2006.

Yarto, M., I. Ize y A. Gavilán. El universo de las sustancias químicas peligrosas y su regulación para un manejo adecuado. *Gaceta Ecológica* 69: 57-66. México. 2003.

y con registro ante la Semarnat. Esta cifra, sin embargo, no debe considerarse como el volumen total de RP generados en el país en ese periodo, debido por un lado, a que el PGRP no incluye a la totalidad de las empresas que producen estos residuos en el territorio; y por otro, a que a la

fecha sólo se tiene información proveniente de los reportes de 27 delegaciones estatales de la Semarnat³, encargadas de revisar y enviar los reportes de los volúmenes de generación de sus entidades federativas respectivas.

³A diciembre de 2008 faltaban de reportar las delegaciones de Baja California, Sinaloa, Jalisco, Guanajuato y Tamaulipas.

El aumento en el desarrollo de la tecnología portátil es, sin duda, uno de los factores más importantes para detonar la demanda y, por ende, el desecho de pilas y baterías a nivel mundial. Se estima que en 1997 se generaron en nuestro país alrededor de 35 mil 500 toneladas de pilas y baterías (Castro y Arias, 2004). Asimismo, se estimó también que en los últimos 43 años se habían liberado al ambiente aproximadamente 635 mil toneladas, cuyos contenidos incluían elementos inocuos al ambiente y a la salud, como el carbón o zinc, pero también elementos que representaban un riesgo debido a los grandes volúmenes emitidos, como en el caso del dióxido de manganeso y otros elementos tóxicos como el mercurio, níquel, cadmio y litio.

Generalmente, las pilas son arrojadas con el resto de los residuos domiciliarios en tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios, terrenos baldíos o cauces de agua. Estas pilas pueden sufrir la corrosión de sus cubiertas, ya sea por sus componentes internos, o por factores externos tales como la acción climática y el proceso de descomposición de la basura. Cuando se produce el derrame de los electrolitos internos de las pilas, se

liberan metales pesados al ambiente que pueden contaminar el suelo, el agua y afectar a los seres vivos en su conjunto.

En relación con sus posibles efectos sobre la salud humana, por ejemplo, el metil-mercurio puede atravesar la placenta y provocar daños irreversibles en el cerebro de los fetos. En los lactantes, a través de la leche materna contaminada, puede provocar problemas de retraso en el desarrollo mental, falta de coordinación, ceguera y convulsiones. En los adultos puede ocasionar la pérdida de visión, memoria y coordinación, cambios de personalidad, sordera y daños pulmonar y renal. La exposición al cadmio puede ocasionar daños severos a pulmones, riñones, hígado, aparato digestivo y próstata. El plomo puede dañar los huesos, las articulaciones y el sistema nervioso central y periférico. El níquel es potencialmente carcinógeno y alergénico.

Referencia:

Castro, D. J. y M. L. D. Arias. *Contaminación por pilas y baterías en México*. INE. México. 2004.

Las diferencias entre esta última estimación de la generación de RP con las reportadas en años anteriores, se deben principalmente a: 1) número de empresas y delegaciones que se usaron para calcular el volumen generado, como ya se explicó en el párrafo anterior; 2) la reciente depuración del

padrón y la revisión de los reportes de generación de las delegaciones que permitieron eliminar las duplicidades en las empresas, así como los errores de estimación de generación de los RP por parte de los generadores; y 3) la modificación de la NOM-052-SEMARNAT-1993 -actualmente NOM-052-

Tabla 7.1

Estimaciones de la generación de RP en México

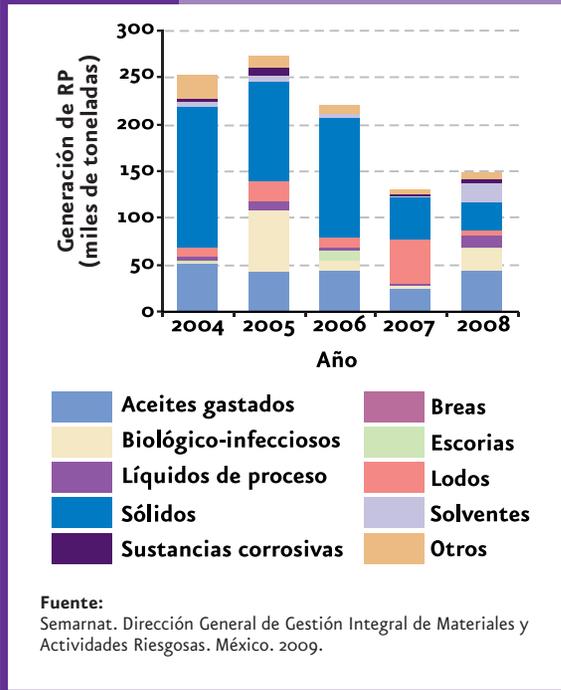
Año	Generación estimada (toneladas/año)	Base de la información
1994	8 millones	Extrapolación de datos de industrias canadienses con el mismo giro y características que las mexicanas
1996	2.1 millones	3 mil empresas
1999	3.2 millones	12 mil 514 empresas
2000	3.7 millones	27 mil 280 empresas
2004	6.2 millones	35 mil 304 empresas
2004	5.3 millones	20% de las empresas autorizadas para tratamiento de RP

Fuentes:

Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.
 Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2005. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2005.
 Semarnat-INE. Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México. 2006.

Figura 7.15

Volumen de generación de RP reportado por las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, 2004 - 2008



SEMARNAT-2005- que establece las características de los residuos para ser considerados peligrosos, y de la cual se eliminaron los jales mineros y los recortes de perforación de la industria petrolera, los cuales constituían una importante fracción del total de RP generados reportados en estimaciones anteriores (Semarnat, 2009; ver el Recuadro *Jales mineros y recortes de perforación*).

A nivel regional, en 2008 la generación de RP se concentró en la Zona Metropolitana del Valle de

Los RP que más se produjeron en el 2008 fueron los aceites gastados (cerca del 30% del total de RP generados), seguidos por los sólidos (20.6%) y los RP-BI (15.8%).

México (con cerca del 31% del volumen total generado), seguido por Chihuahua, con alrededor del 17% (Mapa 7.6). En contraste, Morelos, Colima y Yucatán aportaron en conjunto tan sólo el 0.2% del total. Si se observa la generación por tipo de residuo

en 2008 (Figura 7.16), las mayores fracciones correspondieron a los aceites gastados (cerca del

Los jales mineros son los residuos provenientes de la concentración de minerales y que la NOM-052-SEMARNAT-2005 distingue de los peligrosos, de manejo especial y de los sólidos urbanos. Actualmente, los jales mineros se rigen bajo las especificaciones incluidas en la NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para su caracterización, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. Para este tipo de residuos se tiene contemplado el desarrollo de un inventario de residuos minerometalúrgicos, así como la reducción de su producción y la promoción de su valorización y manejo integral (Semarnat, 2007).

Las actividades petroleras, y en específico la de perforación de pozos, generan grandes volúmenes de los residuos denominados “recortes de perforación”, los cuales, según la LGPGIR y la NOM-052-SEMARNAT-2005 no se consideran más como peligrosos, por lo que son utilizados como insumos para procesos secundarios. Actualmente se trabaja en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-153-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones ambientales para la inyección de recortes de perforación en formaciones receptoras y que sería útil en la regulación de este tipo de materiales.

Referencia:

Semarnat. *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México. 2007.

30% del total generado), seguidos por los sólidos (que incluyen asbesto, residuos derivados del mantenimiento industrial y metales pesados, entre otros; 20.6%) y los biológico-infecciosos (15.8%). Los RP que menos se generaron fueron las breas, las escorias y las sustancias corrosivas (2.4%).

En lo que respecta a las fuentes generadoras de residuos peligrosos, los sectores manufacturero y minero son los más importantes en el país (OCDE, 1998). Aunque hasta el momento no se tienen datos acerca de cuánto producen, el índice de volumen físico⁴ (que considera el valor económico de su producción) puede dar una idea de su potencial de generación. En el caso del sector manufacturero,

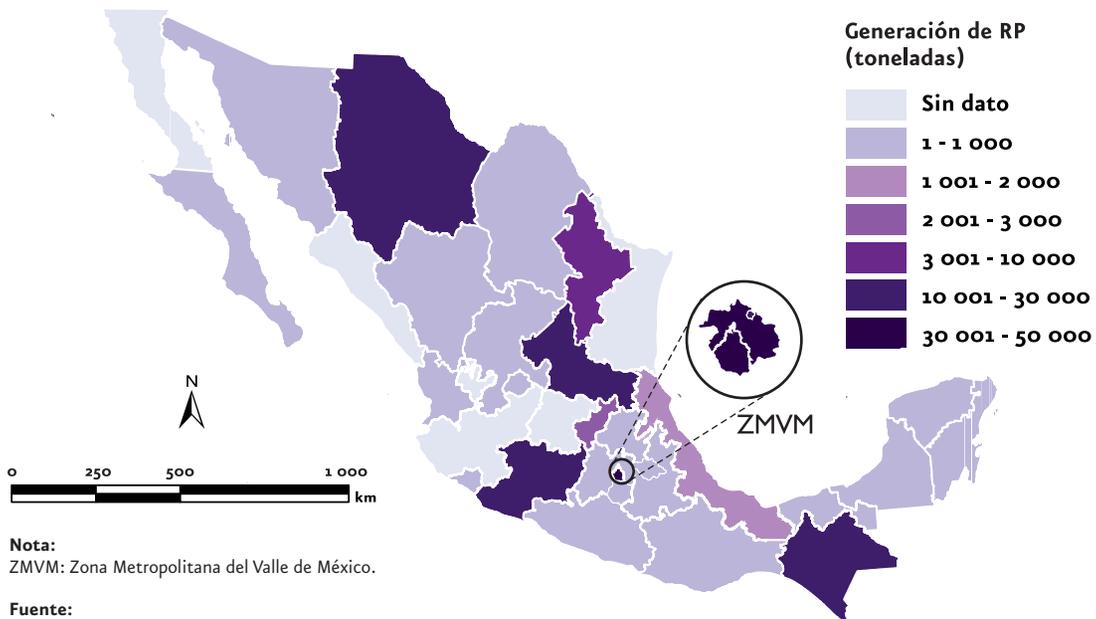
la producción creció 45% con respecto al año base 1993, mientras que el minero aumentó en 30.5% (Figura 7.17; **IB 5-1**). De los residuos peligrosos generados en el país, los biológico-infecciosos (RP-BI) son de gran importancia debido a los riesgos que representan para la salud. En 2008, su volumen de generación en el país representó poco menos de 16% de los RP generados (Figura 7.16), alcanzando aproximadamente las 23 mil 383 toneladas, de las cuales, Chiapas y la ZMVM generaron en conjunto el 98% del total (Mapa 7.7). Por tipo de RP-BI generado, el 54% del total correspondió a los no anatómicos, seguidos de los patológicos (40%), los objetos punzocortantes (4.8%), la sangre (0.9%) y los cultivos y cepas (0.3%).



⁴El volumen físico de producción es utilizado como medida de los niveles de actividad del sector que refleja el potencial en la generación de los RP.

Mapa 7.6

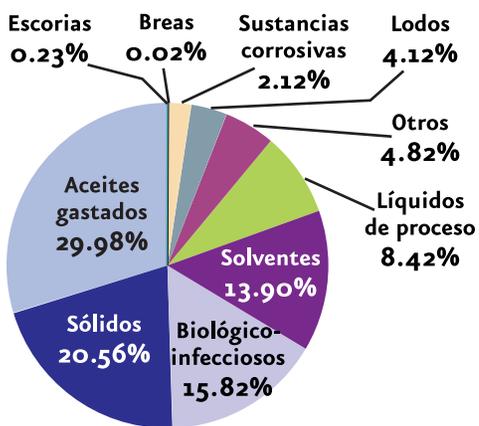
Volumen de generación de RP reportado por las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos por entidad federativa, 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de: Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2009.

Figura 7.16

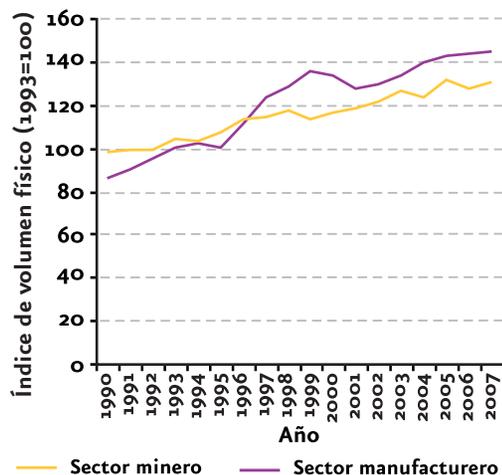
Volumen de generación de RP reportado por las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos, por tipo, 2008



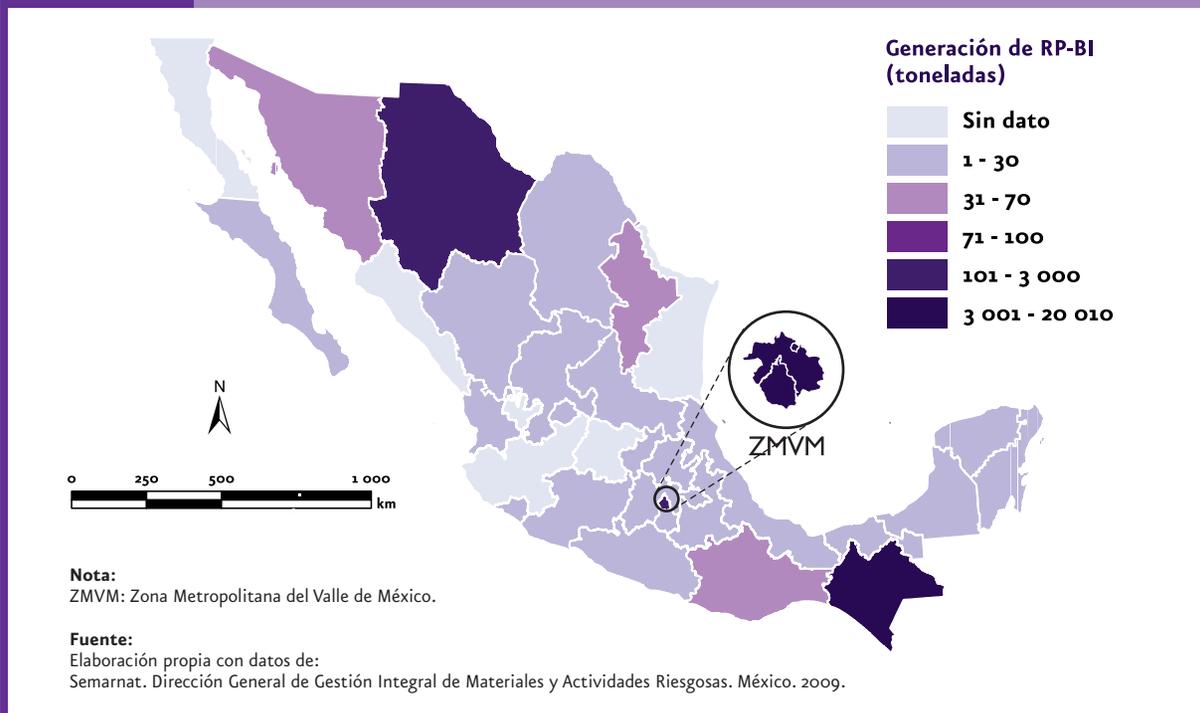
Fuente: Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2009.

Figura 7.17

Volumen físico de producción de los sectores manufacturero y minero de México, 1990 - 2007



Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. México. 2008.

Mapa 7.7**Volumen de generación de RP-BI reportado por las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos por entidad federativa, 2008****Movimiento transfronterizo de residuos peligrosos**

México y Estados Unidos mantienen un movimiento activo de residuos peligrosos, el cual se lleva a cabo por tres vías básicamente: 1) la industria nacional que exporta sus RP, 2) las empresas mexicanas dedicadas al reciclaje que importan los desechos para sus procesos industriales, y 3) el retorno de RP. Este último se presenta cuando se importan de manera temporal productos, equipos, maquinaria o cualquier otro insumo que será remanufacturado, reciclado, reprocesado y que genera residuos peligrosos, los que deberán retornarse al país de origen.

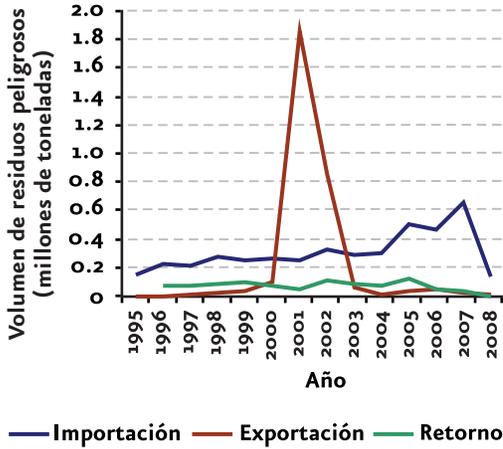
Durante el periodo comprendido entre 1995 y el mes de abril de 2008, aproximadamente 4 millones 355 toneladas de residuos fueron importadas al país para su tratamiento o aprovechamiento; adicionalmente, 980 mil 878 toneladas de materia prima entraron al territorio

para su uso temporal por la industria maquiladora. En el caso de las exportaciones, éstas fueron de aproximadamente 3 millones 123 mil toneladas de residuos para el mismo periodo (Figura 7.18; Cuadros [D3_RESIDUOP01_02](#); [D3_RESIDUOP01_03](#) y [D3_RESIDUOP01_04](#)). Este mismo rubro se mantuvo por debajo de las importaciones hasta el año 2001, en el que se incrementó notablemente debido a la exportación de recortes de perforación (es decir, de tierra y rocas removidas durante las operaciones de perforación de pozos petroleros) que para esa fecha aún eran considerados como residuos peligrosos (ver el Recuadro [Jales mineros y recortes de perforación](#)).

Del total de las importaciones, entre 1995 y abril de 2008, 99.3% de los residuos correspondió a residuos sólidos y acumuladores (Figura 7.19), mientras que en el caso de las exportaciones, el mayor porcentaje (91.8%) correspondió a los recortes obtenidos de la perforación petrolera (Figura 7.20).

Figura 7.18

Movimientos transfronterizos de RP en México, 1995 - 2008¹

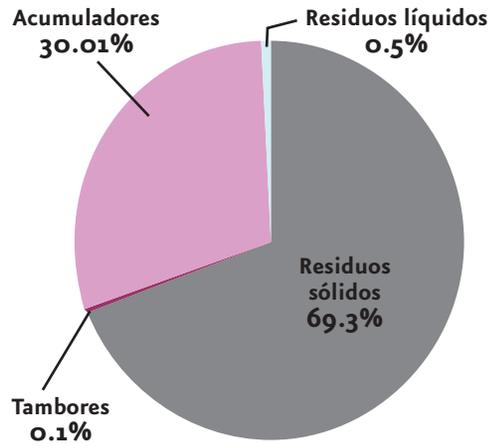


Nota:
¹Al mes de abril.

Fuente:
Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2008.

Figura 7.19

Importación de RP por tipo, 1995 - 2008¹



Nota:
¹Al mes de abril.

Fuente:
Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2008.

Manejo de residuos peligrosos

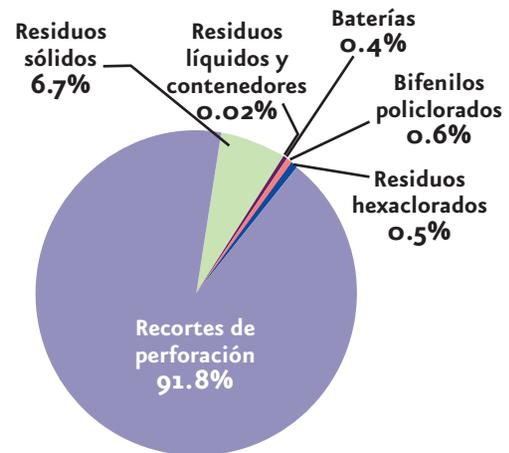
El manejo y/o disposición segura de los residuos peligrosos se puede conseguir de distintas formas: a) mediante la minimización de su generación; b) por el reciclaje y reuso previo a su tratamiento y disposición final; c) por medio del tratamiento que reduce su peligrosidad; y d) por su confinamiento adecuado. Entre 1999 y 2008 se contabilizaron 399 empresas para el manejo de los residuos peligrosos, con una capacidad instalada autorizada de 14.7 millones de toneladas⁵. El incremento de la capacidad instalada autorizada se registró principalmente, en la capacidad de reciclaje y tratamiento, aumentando de 1.6 a 5.3 millones de toneladas y de 3.7 a 8.2 millones de toneladas, respectivamente (Figura 7.21; **IB 5-4** e **IC 5**).



⁵La capacidad real para el manejo de residuos peligrosos puede ser menor a la capacidad instalada autorizada debido a que las empresas manejadoras pueden no trabajar al 100% de la capacidad autorizada.

Figura 7.20

Exportación de RP por tipo, 1995 - 2008¹



Nota:
¹Al mes de abril.

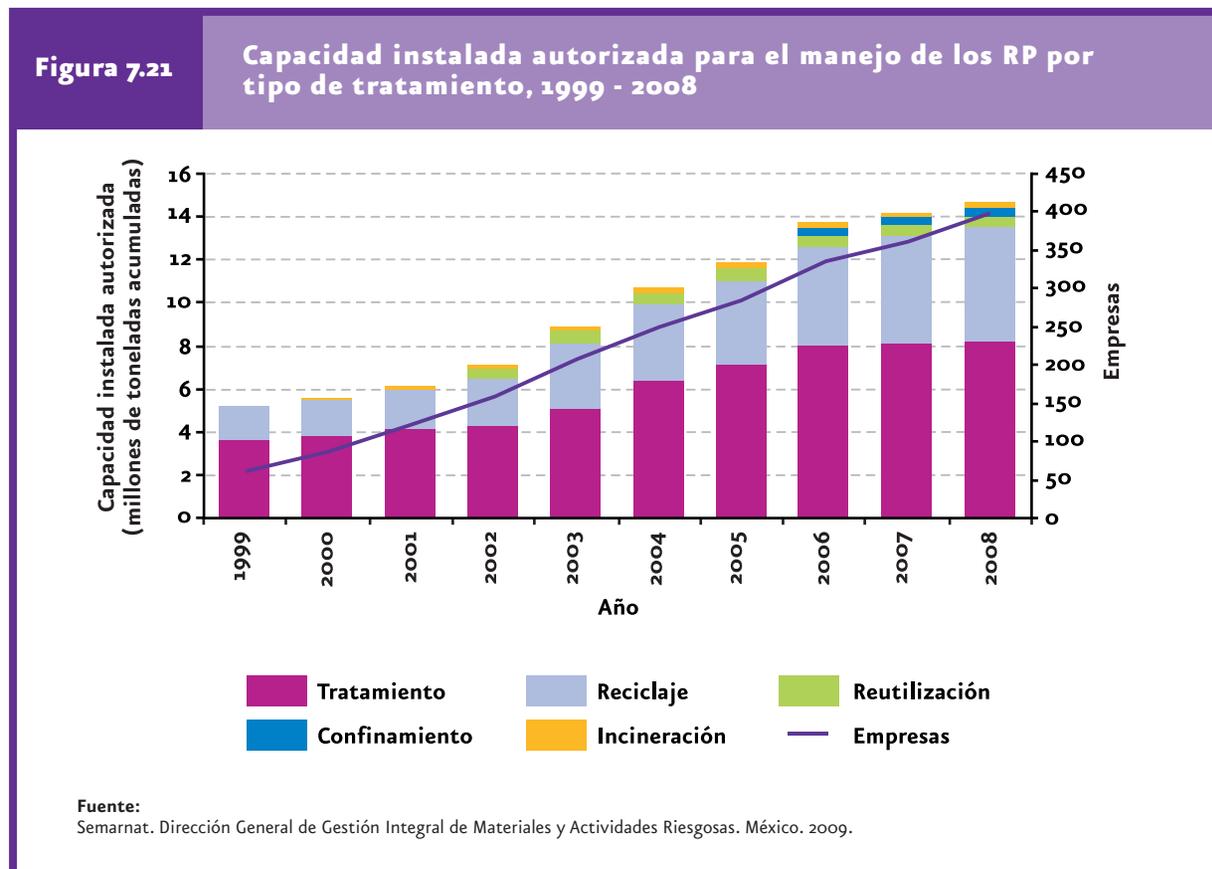
Fuente:
Semarnat. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2008.

De la capacidad instalada autorizada a nivel estatal para el manejo de los RP en el periodo 2000-2008, el 78.2% se concentró en cinco entidades federativas: Nuevo León (29.2%), Tabasco (17.2%), Estado de México (13.6%), Tamaulipas (11.2%) y Veracruz (7%; Mapa 7.8; Cuadros D3_RESIDUOP01_07; D3_RESIDUOP01_10_D; D3_RESIDUOP01_08; D3_RESIDUOP01_15 y D3_RESIDUOP01_09). En contraste, Zacatecas, Yucatán y Nayarit contaban con una capacidad de manejo inferior a las 7 toneladas cada uno.

La infraestructura para la recolección y transporte de RP, la mayor capacidad en el periodo 2000-2008 se concentró en el estado de Tamaulipas (98.1% del total). En contraste, Colima fue el único estado del país carente de infraestructura específica para la recolección y transporte de RP (Mapa 7.9; Cuadro D3_RESIDUOP01_17).

Para el manejo de los residuos biológico-infecciosos, en el periodo 1999-2008⁶ se contaba con una capacidad instalada para más de 103 mil toneladas en la mayoría de las entidades federativas; sin embargo, Guerrero, Nayarit, Querétaro, Tlaxcala y Chiapas carecían de empresas para su manejo (Mapa 7.10; Cuadros D3_RESIDUOP01_11; D3_RESIDUOP01_18; D3_RESIDUOP01_13 y D3_RESIDUOP01_14).

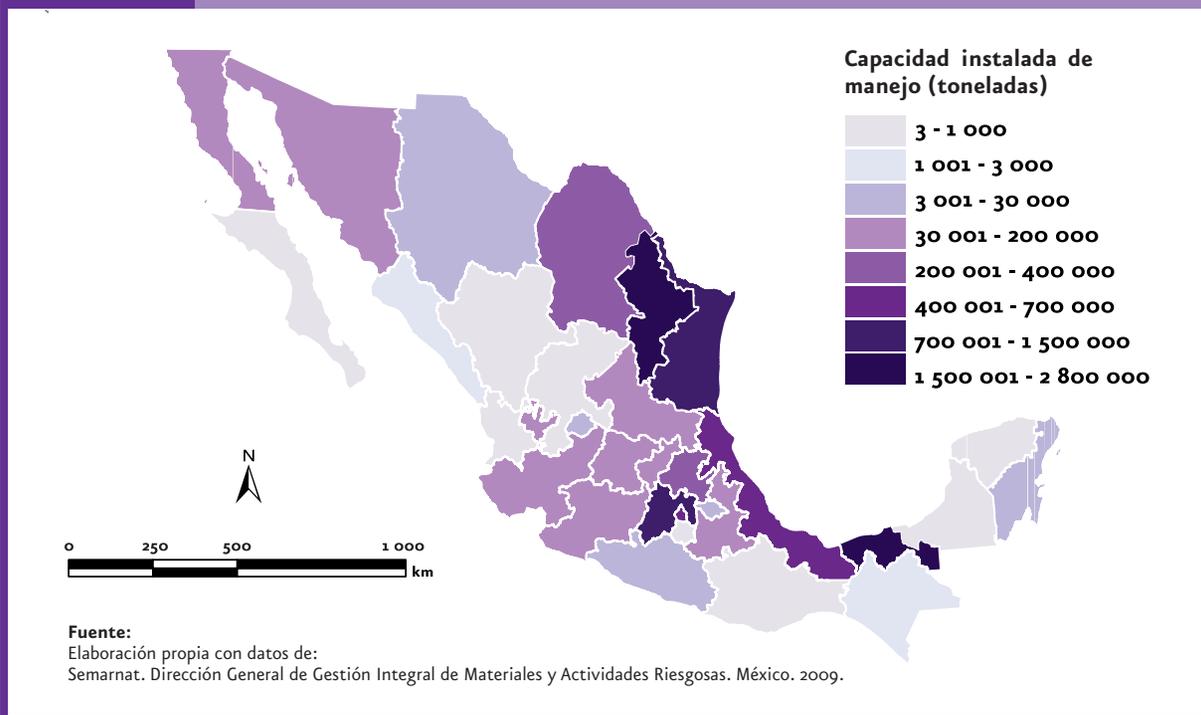
De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los generadores y gestores de RP deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada (DOF, 2003), por lo que la Profepa aplica programas de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento de la normatividad (Profepa, 2008).



⁶Datos al mes de abril de 2008.

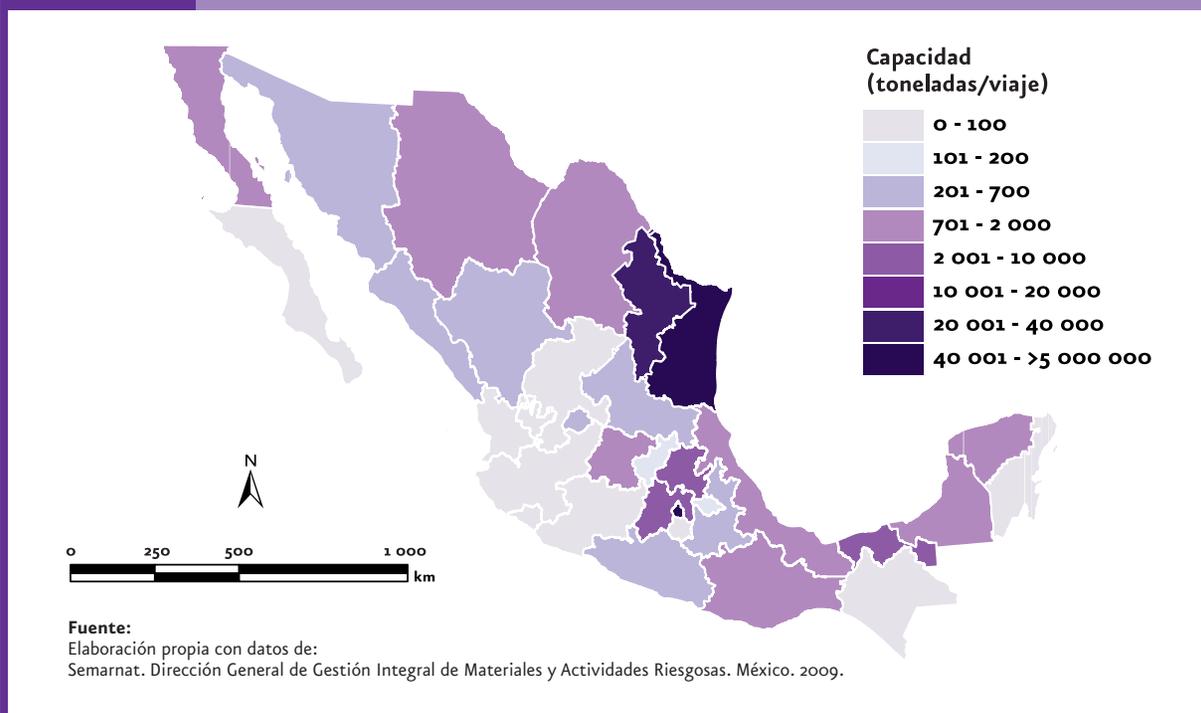
Mapa 7.8

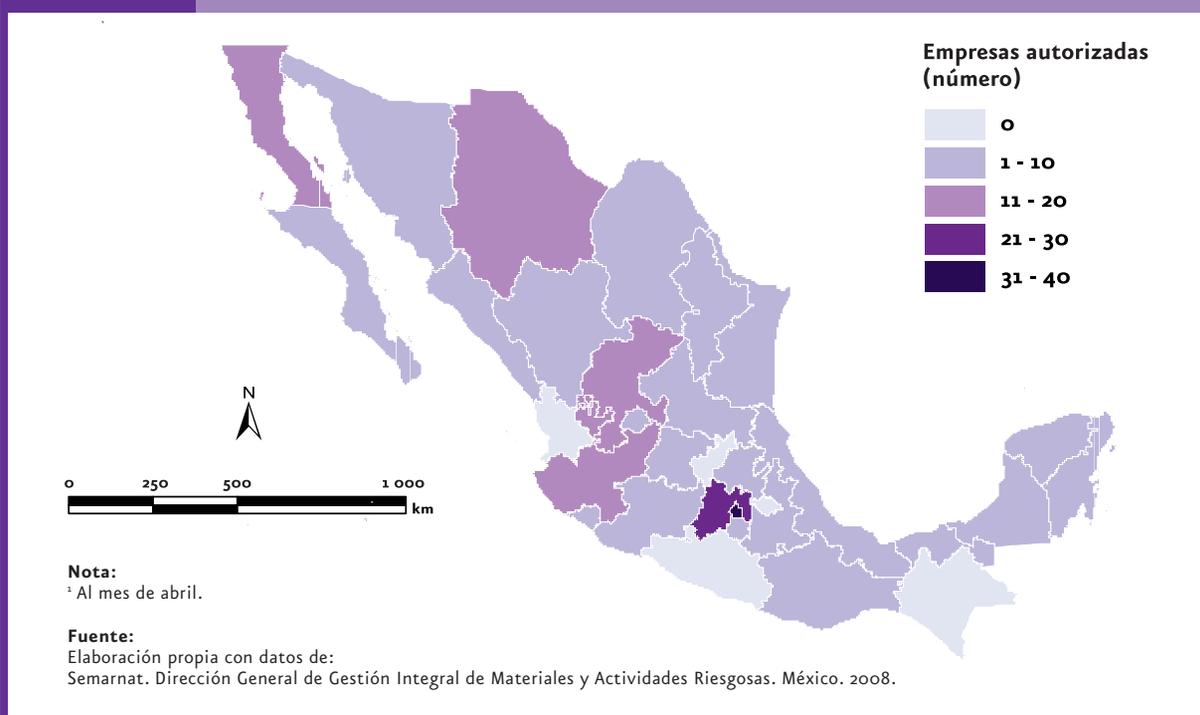
Capacidad instalada autorizada para el manejo de RP por entidad federativa, 2000 - 2008



Mapa 7.9

Recolección y transporte de RP por entidad federativa, 2000 - 2008



Mapa 7.10**Empresas autorizadas para el manejo de los RP-BI por entidad federativa, 1999 - 2008⁷**

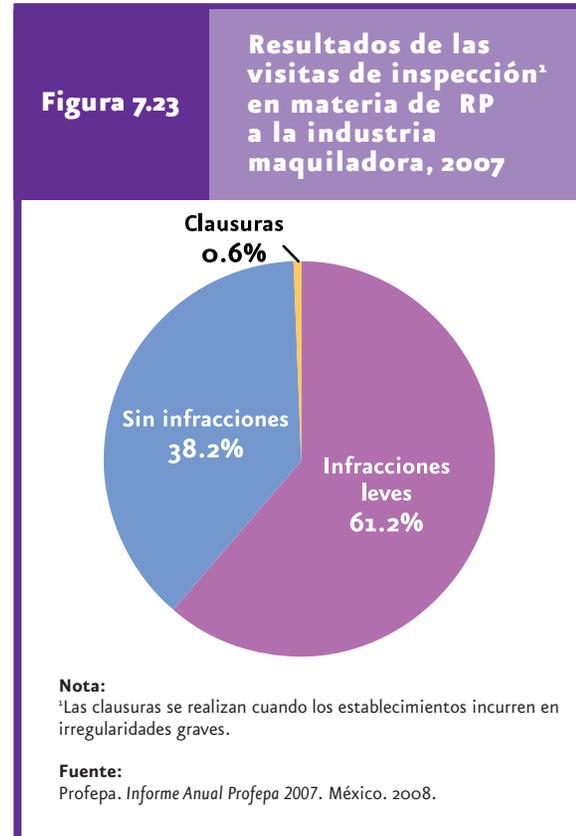
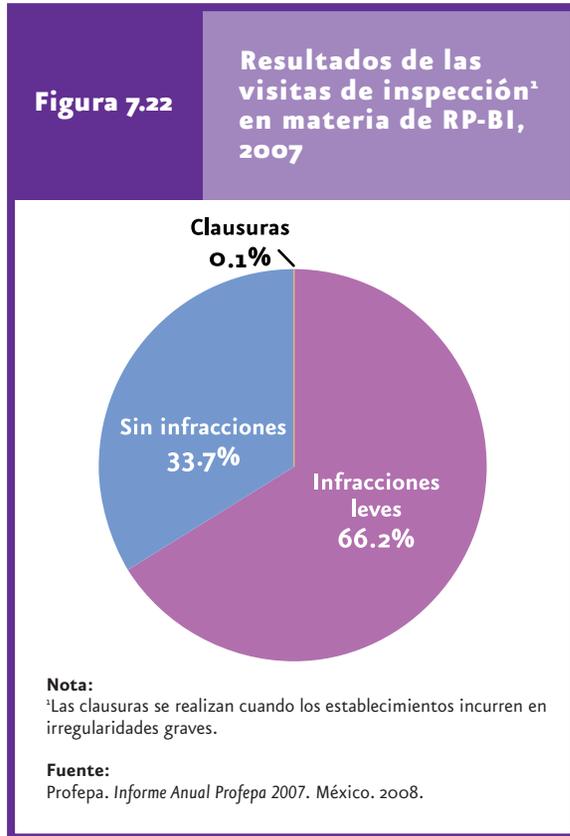
Por medio de las visitas de inspección se identifican irregularidades, se dictan medidas correctivas y se imponen clausuras en caso de presentarse irregularidades graves que representen un riesgo inminente al equilibrio ecológico, daño grave a los recursos naturales o contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas o la salud pública. El cumplimiento de las medidas correctivas se vigila mediante las visitas de verificación. En 2007 se realizaron 5 mil 911 visitas⁷ a los establecimientos registrados como generadores de residuos peligrosos y a los prestadores de servicios de éstos, 5 mil 17 empresas (Profepa, 2008).

En 2003 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002 referente al manejo interno, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos en

establecimientos donde se brinda atención médica (Profepa, 2008). Para verificar su cumplimiento, en 2007 se realizaron 757 visitas, de las cuales un elevado porcentaje presentaron irregularidades menores (66.2% de las visitas) y sólo en una ocasión se aplicó, como medida de seguridad, la clausura parcial temporal del establecimiento visitado (Figura 7.22; Profepa, 2008). Entre 2001 y 2007 se realizaron 5 mil 180 visitas, de ellas mil 612 presentaron total cumplimiento de la normatividad (31.1% del total), en 3 mil 559 (68.7%) se presentaron infracciones menores y sólo en 9 casos (0.2%) se llevaron a cabo clausuras debidas a condiciones inadecuadas de manejo de los residuos (Profepa, 2008).

Por último, destaca el sector de las maquiladoras, con poco más de 3 mil 200 empresas, de las cuales 2 mil 421 son verificadas por la Profepa. Durante

⁷Se puede realizar más de una visita de inspección a los establecimientos generadores de RP.



2007 se realizaron 348 visitas de inspección y verificación a este tipo de empresas: en 133 casos no se detectaron irregularidades, en otros 213 hubo infracciones leves y sólo en 2 casos se decretó la clausura total temporal (Figura 7.23; Profepa, 2008).

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS

En México, se contemplan diversos instrumentos para la normatividad, prevención y gestión integral de los residuos (ver también el Recuadro *Regulación ambiental para los residuos en el país*). Entre los principales instrumentos que contemplan tanto las leyes locales (Distrito Federal y Guadalajara) como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos destacan cuatro. Primeramente, los Programas Rectores de Gestión de los Residuos, que proponen medidas para reducir la generación de los residuos, su separación en la fuente de

origen, su recolección y transporte, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Ejemplos de estos programas son el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y los Programas estatales y municipales de Prevención y Gestión Integral de los Residuos -como en los casos del Distrito Federal, Querétaro y Quintana Roo-. En segundo lugar deben citarse los inventarios, que sirven como apoyo a la toma de decisiones para reducir la generación, así como proporcionar a quien genere, recolecte, trate o disponga finalmente los residuos sólidos, indicadores acerca de su estado físico y propiedades. Los tres órdenes de gobierno deben elaborar, actualizar y difundir los inventarios de generación de RSU, RP y RME. Además, deberán integrar los inventarios de tiraderos de residuos o sitios donde se han abandonado clandestinamente. En tercer lugar está la separación de los residuos, en orgánicos e inorgánicos, en domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros

En materia de regulación para los tres tipos de residuos en el país, se tienen diferentes lineamientos, tales como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, la Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales y la Guía para el Cumplimiento Ambiental de las Empresas Mineras. Complementan estos lineamientos los procedimientos y métodos de buenas prácticas de manejo, en el caso de los residuos peligrosos, así como la divulgación de información, la educación y la capacitación de quienes los manejan. Asimismo, existen otras disposiciones convertidas en leyes como las contenidas en los convenios internacionales de los que México forma parte: el Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su disposición, y el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Entre los principales objetivos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012¹ en materia de residuos, se encuentran la culminación e instrumentación del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2008-2012, así como impulsar la creación de un Sistema Nacional de Información de Residuos que considere inventarios de generación y de la infraestructura existente para su manejo.

Otras disposiciones regulatorias son las normas que establecen las medidas a seguir

para lograr un manejo seguro de los residuos, a la vez que fijan límites de exposición para reducir su volumen y peligrosidad. Entre las principales normas que regulan los tres tipos de residuos se encuentran:

Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

- NOM-083-SEMARNAT-2003. Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (DOF, 20-10-2004).

Residuos peligrosos

- NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos (DOF, 23-06-2006).
- NOM-133-SEMARNAT-2000. Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPC)-Especificaciones de manejo (DOF, 23-04-2003).
- NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio (DOF, 02-03-2007).
- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos

¹El programa se encuentra en una versión preliminar disponible para consultarlo por la internet en el portal de la Semarnat (www.semarnat.gob.mx/queessearnat/programas/Pages/pnpgir.aspx) Fecha de consulta: 28-01-2009.

en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación (DOF, 29-03-2005).

- PROY-NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, selenio, talio y vanadio (DOF, 11-11-2005).

- NMX-AA-020-SCFI-2008. Residuos. Determinación de compuestos orgánicos semivolátiles en producto de extracción de constituyentes tóxicos (PECT) (DOF, 18-06-2008).

- MX-AA-139-SCFI-2008. Residuos. Prueba de extracción para compuestos tóxicos (PECT) (DOF, 18-06-2008).

- NMX-AA-001-SCFI-2008. Residuos líquidos y/o soluciones acuosas. Corrosividad al acero al carbón (DOF, 18-06-2008).

Manejo de residuos peligrosos

- NOM-055-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados (DOF, 03-11-2004).

- NOM-056-ECOL-1993. Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos (DOF, 22-10-1993).

- NOM-057-ECOL-1993. Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado de residuos peligrosos (DOF, 22-10-1993).

- NOM-058-ECOL-1993. Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado para residuos peligrosos (DOF, 22-10-1993).

- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos biológicos-infecciosos que se generan en establecimientos que presentan atención médica (DOF, 17-02-2003).

- NOM-133-ECOL-2000. Protección ambiental-bifenilos policlorados (BPC)-Especificaciones de manejo (DOF, 10-12-2001).

- NOM-040-SEMARNAT-2002. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas, así como los requisitos de control de emisiones fugitivas, provenientes de las fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento (DOF, 18-12-2002). *(Esta norma es aplicable a los hornos cementeros en los que se co-procesan residuos peligrosos como combustible alterno).*

- NOM-098-SEMARNAT-2002. Protección ambiental-incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes (DOF, 01-10-2004).

educativos, dependencias gubernamentales y similares y depositarse en contenedores para su recolección o reciclaje por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Finalmente deben mencionarse los planes de manejo de los residuos sólidos, que son instrumentos encaminados a reducir la generación de los RSU y RP, así como facilitar su acopio y aumentar la fracción reutilizable. Así mismo, en la problemática del manejo de los residuos están involucradas diversas instancias, cuyas atribuciones se resumen en la Tabla 7.2.

RIESGO AMBIENTAL

El manejo de un gran número de sustancias químicas involucra la existencia de riesgos para el medio ambiente y la salud humana. El riesgo se considera como la probabilidad de que ocurran accidentes por el manejo de materiales peligrosos en actividades altamente riesgosas. Los accidentes pueden trascender los límites de las instalaciones donde ocurren y afectar adversamente a la población, a los bienes y a los ecosistemas. Una actividad se considera como altamente riesgosa (AAR) cuando maneja alguna de las sustancias químicas (ya sea en cantidades iguales o mayores a las establecidas) incluidas en el primer y segundo listados de las actividades altamente riesgosas (DOF, 1990 y 1992).

En este contexto, la evaluación del riesgo comprende la determinación de los posibles alcances de los accidentes y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación. Quienes realicen AAR deberán formular y presentar ante la Semarnat un estudio de riesgo ambiental (ERA), cuyo objetivo principal es proteger a la sociedad y al ambiente, anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones y evaluando su impacto potencial, de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse.

Durante el periodo comprendido entre 1992 y 2008, los sectores del petróleo y sus derivados, así como el químico y el del gas, ingresaron en conjunto casi la mitad del total de los ERA (3 mil 956 de un total de 7 mil 614 estudios; [Cuadro D3_RESIDUOP02_05](#)). A nivel estatal, Veracruz, Tamaulipas y el Estado de México ingresaron, en conjunto, 25.3% del total de estudios, Baja California Sur y Nayarit ingresaron, cada una, menos del 1% (Mapa 7.11; [Cuadro D3_RESIDUOP02_05](#)). En Veracruz y Tamaulipas, la industria petrolera fue el sector que más ERA realizó en virtud de que gran parte de la producción petrolera nacional se concentra en dichos estados.

SITIOS CONTAMINADOS

El manejo ineficiente o inadecuado de las sustancias químicas y sus residuos puede resultar en sitios contaminados. Los sitios contaminados pueden definirse como aquellos lugares donde ha habido depósito, enterramiento o vertido de sustancias químicas o residuos, vinculados a actividades industriales, comerciales, agrícolas o domésticas. Entre las principales causas que pueden provocar la contaminación de un sitio están: a) la disposición inadecuada de RSU, RP y RME en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; b) fugas de materiales o RP de tanques y contenedores subterráneos, tuberías y ductos, así como de alcantarillados y drenajes industriales o públicos; c) lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto; d) derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte; e) aplicación de sustancias químicas potencialmente tóxicas en el suelo, instalaciones y edificaciones; y f) la descarga de aguas residuales que contienen RP y sustancias químicas potencialmente tóxicas sin tratamiento previo.

Tabla 7.2

Gestión de los residuos según instancia involucrada

Instancia	Responsabilidad y funciones
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)	Elaborar políticas y estrategias para el control ambiental.
	Normar y fiscalizar el marco regulatorio ambiental.
	Coordinar los programas nacionales para la gestión ambiental.
	Fomentar la creación de infraestructura (en colaboración con la Sedesol).
Secretaría de Salud (SSA)	Elaborar políticas y estrategias para el control sanitario.
	Normar y fiscalizar en materia de salud.
	Elaborar planes para la prevención de riesgos ocupacionales y de riesgos hacia la salud pública en las distintas etapas del manejo de los RSU.
	Coordinar los programas nacionales para el saneamiento ambiental.
Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol)	Fomentar la creación de infraestructura (en colaboración con la Semarnat).
Otras secretarías	Apoyar la gestión de los RSU en sus respectivos ámbitos (turismo, industria, pesca, energía y minas, transporte, vivienda, otros).
	Regulación del manejo de los RSU en sus respectivos ámbitos de intervención.
Gobiernos municipales	Manejo de los RSU: barrido, recolección, transferencia y disposición final.
	Formulación del marco regulatorio local.
	Aplicación de sanciones por incumplimiento en el manejo de los RSU.
	Formulación e implementación de tarifas obligatorias por los servicios brindados.
<p>Fuente: Semarnat-INE. <i>Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos</i>. México. 2006.</p>	

Se distinguen dos tipos de sitios contaminados: 1) los denominados “pasivos ambientales”, de grandes dimensiones, con problemas de contaminación causados por el uso industrial del suelo y por el manejo inadecuado de los RP; y 2) los causados por emergencias ambientales (EA), cuya atención ocurre rápidamente una vez que se presentan (Semarnat, 2008).

Con el fin de dar tratamiento tanto a los pasivos ambientales como a las emergencias ambientales, en 2005 el país contaba con

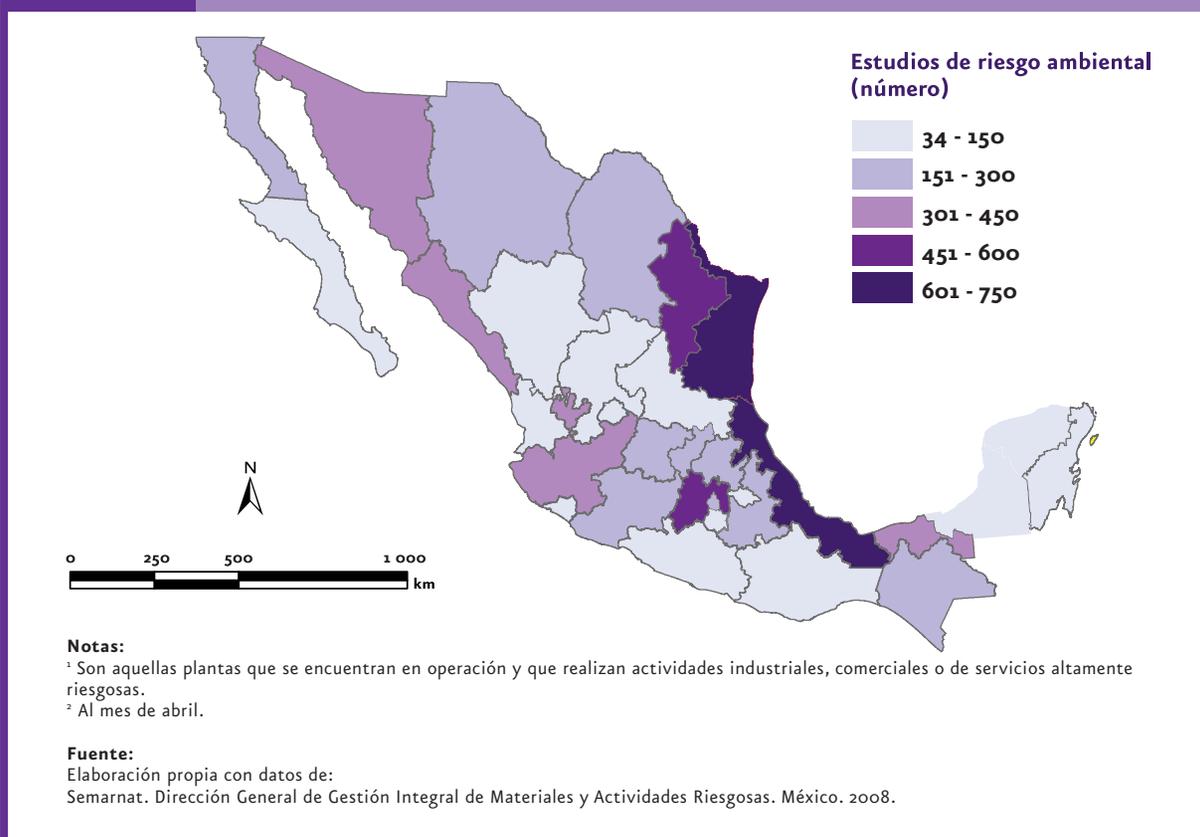
169 empresas autorizadas para la remediación de sitios contaminados, con una capacidad total de tratamiento de aproximadamente 78 millones de toneladas por año. Un gran número de estas empresas se dedicaba a la remediación de sitios contaminados por hidrocarburos, en contraste con la prácticamente falta de atención de los sitios contaminados por metales (Semarnat, 2006). A

nivel estatal, las entidades federativas con una actividad petrolera importante (como Veracruz y Tabasco) o con gran número de industrias (como el Distrito Federal

Se distinguen dos tipos de sitios contaminados: 1) los denominados pasivos ambientales y 2) los causados por emergencias ambientales.

Mapa 7.11

Estudios de riesgo ambiental ingresados de plantas en operación¹ por entidad federativa, 1992 - 2008²



y el Estado de México) contaban con la mayor capacidad instalada para la remediación de sitios contaminados (Mapa 7.12).

Pasivos ambientales

En 2004, se tenían identificados 297 sitios contaminados registrados con materiales o RP. De ellos, 119 se encontraban caracterizados, es decir, clasificados y priorizados de acuerdo al grado de riesgo que representaban para la salud y el ambiente, y otros 12 sitios se consideraban rehabilitados o en proceso de rehabilitación. Para el mes de abril de 2008, los sitios contaminados registrados se incrementaron en cerca de 12%, alcanzando los 333 sitios (Mapa 7.13, **IB 5-3**).

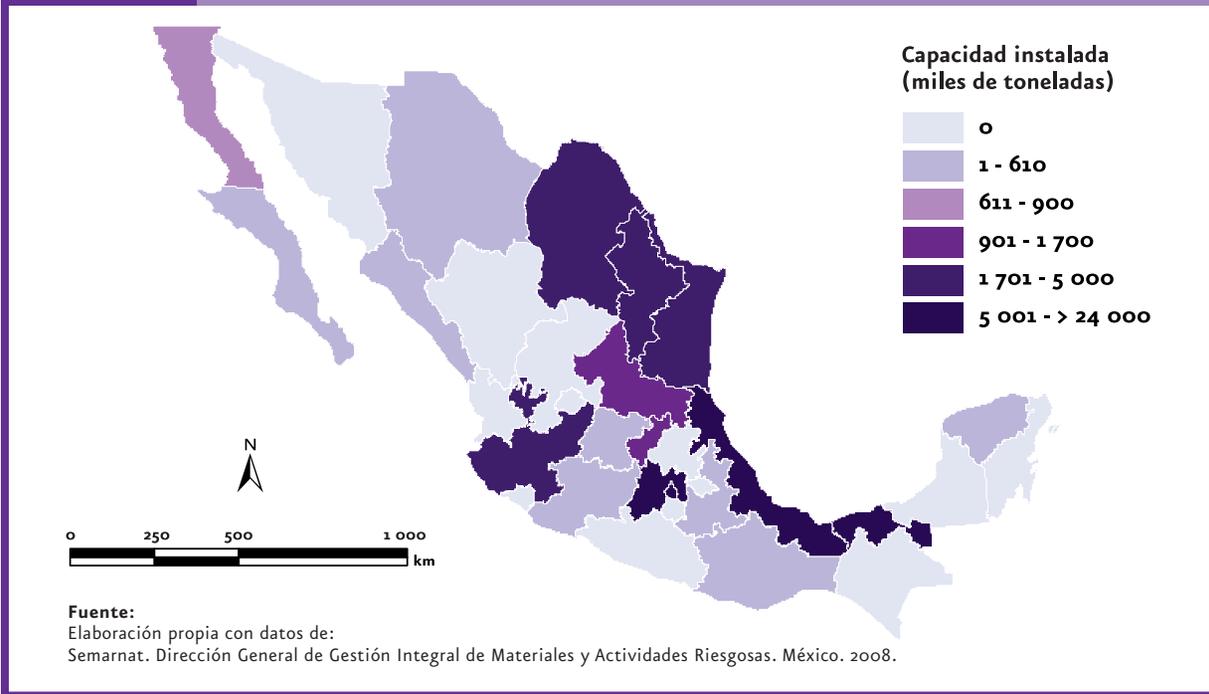
Para 2008, se registraron un total de 333 sitios contaminados registrados con materiales o RP en el país.

La Semarnat realiza diversas acciones para la gestión de los pasivos ambientales, entre las que se encuentran la evaluación de los impactos negativos ocasionados por los suelos contaminados; la dictaminación de los estudios de riesgo ambiental (ERA) y los programas de remediación de los sitios contaminados. En colaboración con otras instancias, la Semarnat tiene proyectos tanto para proporcionar información acerca de los sitios contaminados, como para su remediación (Semarnat, 2008), entre los que destacan:

- 1) el Proyecto “Desarrollo del Sistema Informático de Sitios Contaminados SISCO” en colaboración con la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ);
- 2) el Proyecto de remediación de la ex-fábrica “Cromatos de México S. A.” en el Estado

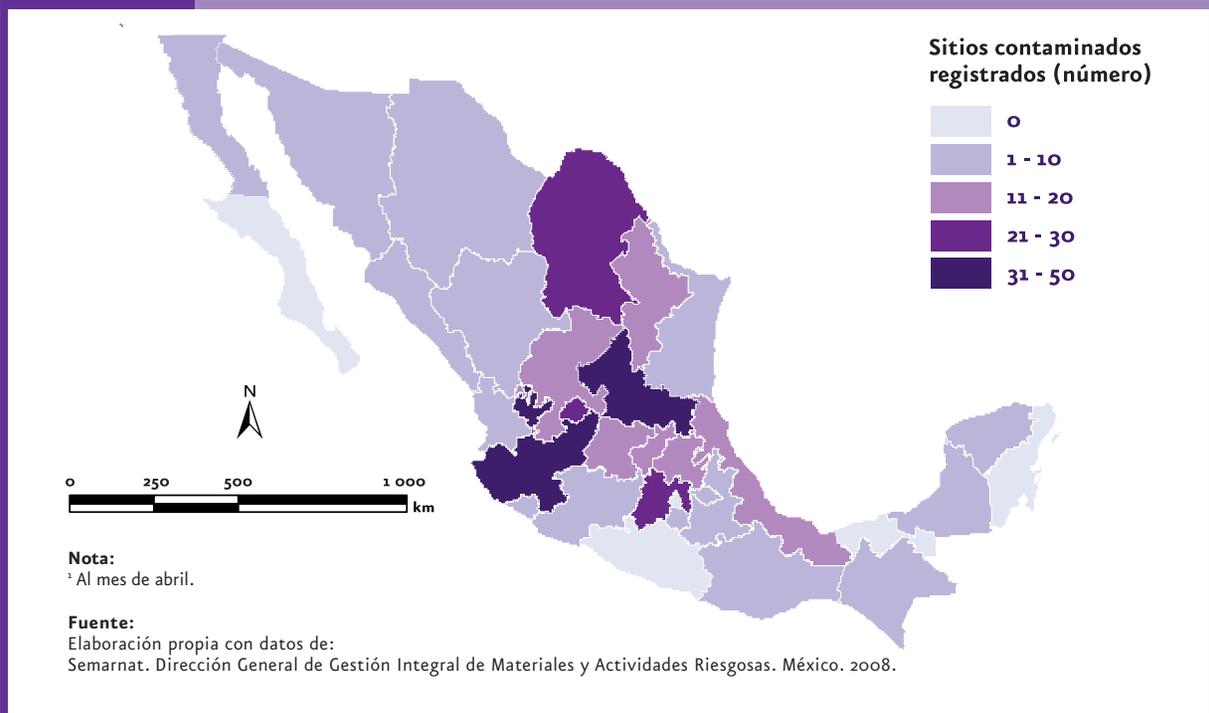
Mapa 7.12

Capacidad instalada para la remediación de suelos contaminados por entidad federativa, 2005



Mapa 7.13

Sitios contaminados registrados con RP por entidad federativa, 1995 - 2008¹



de México en colaboración con el Gobierno del Estado Alemán de Baviera; 3) el Proyecto de remediación del sitio contaminado “Metales y Derivados”, Tijuana, Baja California en cooperación con el Programa “Frontera 2012” de la US-EPA; 4) el Proyecto de recuperación del sitio contaminado “Nuevo Mercurio”, Zacatecas; 5) el Proyecto de remediación del sitio “CYTRAR”, Hermosillo, Sonora; 6) el Proyecto de remediación del sitio “La Pedrera”, Guadalupe, San Luis Potosí; 7) el Proyecto de remediación del sitio “Jales mineros” Nacoziari, Sonora; y 8) el Proyecto de remediación del sitio “Techkem”, Salamanca, Guanajuato.

REFERENCIAS

- BID-OPS. *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C. 1997.
- DOF. *Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el primer listado de actividades altamente riesgosas*. México. 1990 (28 de marzo).
- DOF. *Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas*. México. 1992 (4 de mayo).
- DOF. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México. 2003 (8 de octubre).
- DOF. NMX-AA-61-1985. México. 1985 (8 de agosto).
- INEGI. SCNM. *Cuentas de Bienes y Servicios 2003-2006, Base 2003*. Tomo I y II. México. 2008.
- IPN. *Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México*. México. 2007.
- OCDE. *Environmental Indicators. Towards Sustainable Development*. France. 1998.
- Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales*. México. 2005.
- Semarnat. *La Gestión Ambiental en México*. México. 2006.
- Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2008.
- Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2009.
- Semarnat-INE. *Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México. 2006.
- Semarnat-Profepa. *Informe Anual Profepa 2007*. México. 2008.

Esta publicación consta de 2 000 ejemplares
y se terminó de imprimir en abril de 2009
en los talleres de Impresora y Encuadernadora
Progreso, S. A. de C.V. (IEPSA)
Calz. San Lorenzo 244, Col. Paraje San Juan
09830, México, D. F.

