

The image features a purple background with abstract, layered shapes. A central element is a stylized illustration of a hand holding a leaf. The hand is rendered in a lighter shade of purple, and the leaf is a darker shade. The overall composition is clean and modern.

# RESIDUOS

# RESIDUOS

La intensificación de la industrialización que se presentó en México durante la segunda mitad del siglo pasado, produjo una mayor demanda de materias primas para satisfacer el creciente consumo de bienes y servicios de una población en aumento y con patrones de consumo cambiantes y cada vez más demandantes. A la par crecieron la generación de residuos de distintos tipos y los problemas asociados para su disposición adecuada, así como las afectaciones a la salud humana y a los ecosistemas (ver el Recuadro *Impactos de los residuos sobre la población y los ecosistemas*).

Los residuos se definen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso 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 URBANOS

Los residuos sólidos urbanos<sup>1</sup> son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los 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 sobre la generación de RSU a nivel nacional que se han reportado en los últimos años presentan limitaciones importantes, básicamente porque no se trata de mediciones directas, sino de

<sup>1</sup> Con 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 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 para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Algunos de sus impactos son los siguientes:

• **Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero:**

la descomposición de los residuos orgánicos produce biogases que resultan desagradables no sólo por los olores que generan, sino que pueden ser peligrosos debido a su toxicidad o por su explosividad. Algunos de ellos son también gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global. Entre estos gases destacan el bióxido y monóxido de carbono ( $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}$ , respectivamente), metano ( $\text{CH}_4$ ), ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno).

• **Adelgazamiento de la capa de ozono:**

las sustancias agotadoras del ozono (SAO) que se emplean en la fabricación de envases de unicel, como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes, plaguicidas, así como en refrigeradores y climas artificiales contribuyen, al ser liberadas

a la atmósfera, al adelgazamiento de la capa de ozono. Cuando los envases de estos productos son desechados de manera inadecuada se convierten en fuentes de emisión de SAO.

• **Contaminación de los suelos y cuerpos de agua:**

la descomposición de los residuos y su contacto con el agua 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 representando 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 murino, 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.

estimaciones. Son calculadas por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos. Según dicha dependencia, en 2011 se generaron alrededor de 41 millones de toneladas, lo que equivale a cerca de 112.5 mil toneladas de RSU diariamente.

La generación de RSU se ha incrementado notablemente en los últimos años; tan sólo entre 2003 y 2011 creció 25%, como resultado principalmente del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas, el gasto de la población<sup>2</sup> y el cambio en los patrones de consumo (Figura 7.1; Cuadro D3\_RSM01\_02; IB 4-1).

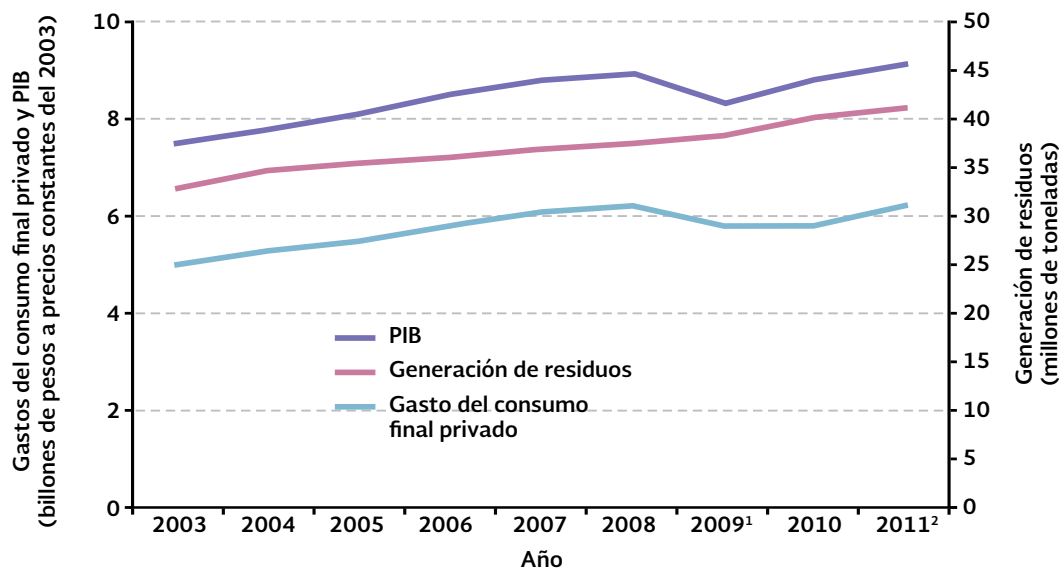


Figura 7.1; Cuadro D3\_RSM01\_02; IB 4-1).

La generación total de RSU en el país difiere de manera importante a nivel geográfico. Si se considera la regionalización de la Sedesol para el análisis de la generación de residuos, en 2011 la región Centro contribuyó con el 51% de la generación total en el país, seguida por la región Frontera Norte (16%) y el Distrito Federal (12%; Mapa 7.1; Cuadro D3\_RSM01\_01). Si se analiza la evolución de la generación de RSU por región, las regiones que más incrementaron su generación entre 1997 y 2011 fueron: Frontera Norte (207%), Centro (49%), Sur (44%) y el Distrito Federal (19%). La única región que mostró una reducción en ese periodo fue la norte (27%), que pasó de 6 a 4.4 millones de toneladas en el mismo periodo.

### Generación de RSU, producto interno bruto (PIB) y gasto del consumo final privado, 2003 - 2011

Figura 7.1



**Notas:**

<sup>1</sup> Cifras preliminares a partir del 2009.

<sup>2</sup> Datos de gasto del consumo final privado de enero a septiembre del 2011.

**Fuentes:**

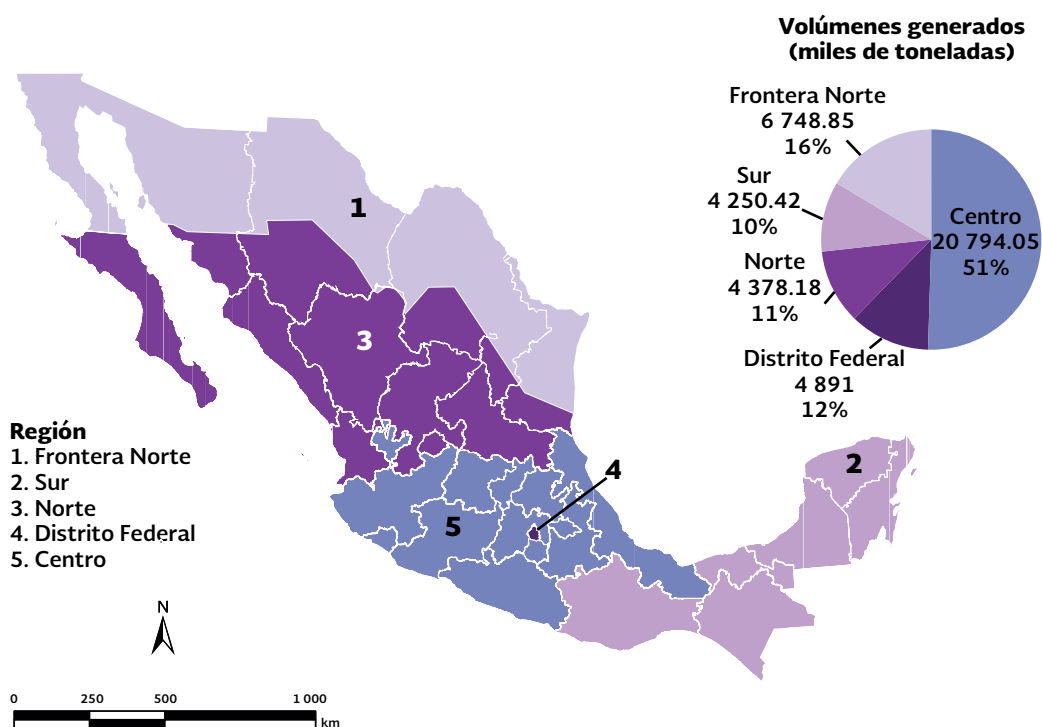
Banxico. SR6 Indicadores Trimestrales de Oferta y Demanda Agregadas. Consumo privado. México. 2010. Disponible en: [www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/estadisticas/otros-indicadores/produccion.html](http://www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/estadisticas/otros-indicadores/produccion.html). Fecha de consulta: septiembre de 2012.

INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. México. 2012. Disponible en: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdientsi.exe/Consultar>.

Fecha de consulta: septiembre de 2012.

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

<sup>2</sup> Se refiere al gasto de consumo final privado, es decir, al valor total de todas las compras en bienes y servicios de consumo, individuales y colectivas, 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, 2012).



**Fuente:** Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

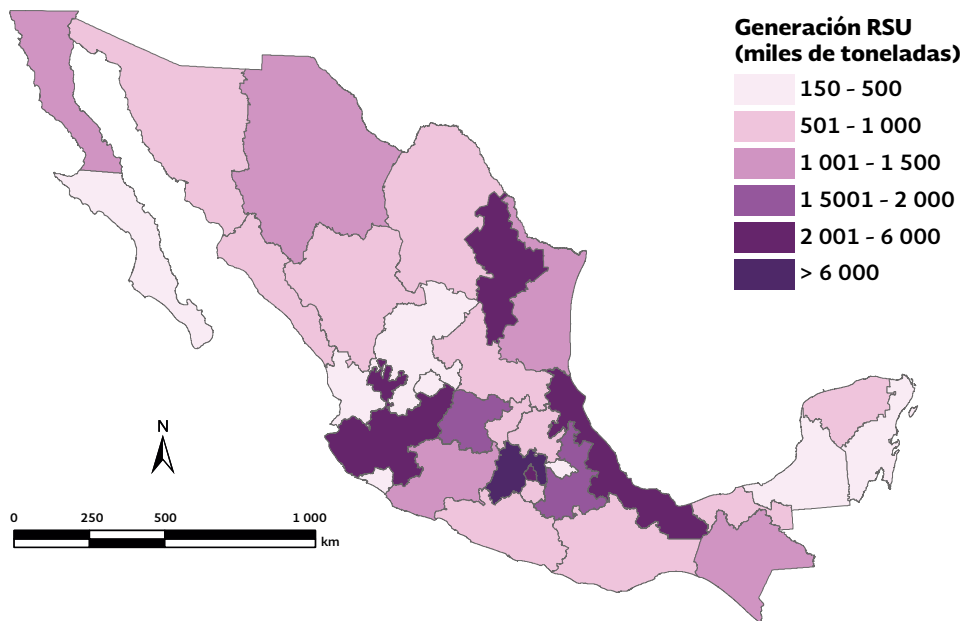
Por entidad federativa, las que generaron los mayores volúmenes de RSU en 2011 fueron el estado de México (16% del total nacional), Distrito Federal (12%), Jalisco (7%), Veracruz (5.5%) y Nuevo León (5%), mientras que las que registraron los menores volúmenes fueron Nayarit y Tlaxcala (cada una con 0.8%), Baja California Sur y Campeche (cada una con 0.6%) y Colima (0.5%; Mapa 7.2; [Cuadro D3\\_RSM01\\_04](#)).

Si se analiza la contribución relativa de las entidades al producto interno bruto nacional, puede observarse que guarda una relación lineal positiva con su participación en la generación nacional de RSU (Figura 7.2). No obstante, la contribución a la producción total

nacional de RSU de entidades como el estado de México y el Distrito Federal, se aparta significativamente de la tendencia que siguen el resto de las entidades.

De acuerdo al tamaño de las localidades<sup>3</sup>, en 2011 la generación de residuos en localidades rurales o semiurbanas (es decir, aquellas con una población menor a los 15 mil habitantes y que albergan en conjunto 38% de la población del país) representó 11% del volumen nacional, mientras que las zonas metropolitanas (con más de un millón de habitantes, que albergaban 13% de la población nacional) contribuyeron con 43% de los residuos totales (Figura 7.3). La evolución de la generación de residuos por tipo de localidad entre 1997 y 2011 muestra que

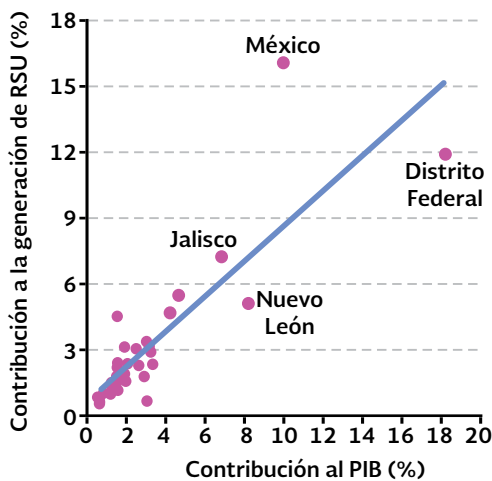
<sup>3</sup> Para la Sedesol, las zonas metropolitanas son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las ciudades medias corresponden a todas aquellas que formaron parte del "Programa 100 ciudades" y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las ciudades pequeñas son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades y, finalmente, las localidades rurales o semiurbanas corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes.



**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

**Contribución al PIB<sup>1</sup> y a la generación de RSU por entidad federativa, 2011**

Figura 7.2



**Nota:**  
<sup>1</sup> Cifras preliminares 2011.

**Fuentes:**  
INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. México. 2013. Disponible en: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/Consultar>. Fecha de consulta: febrero de 2013.  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

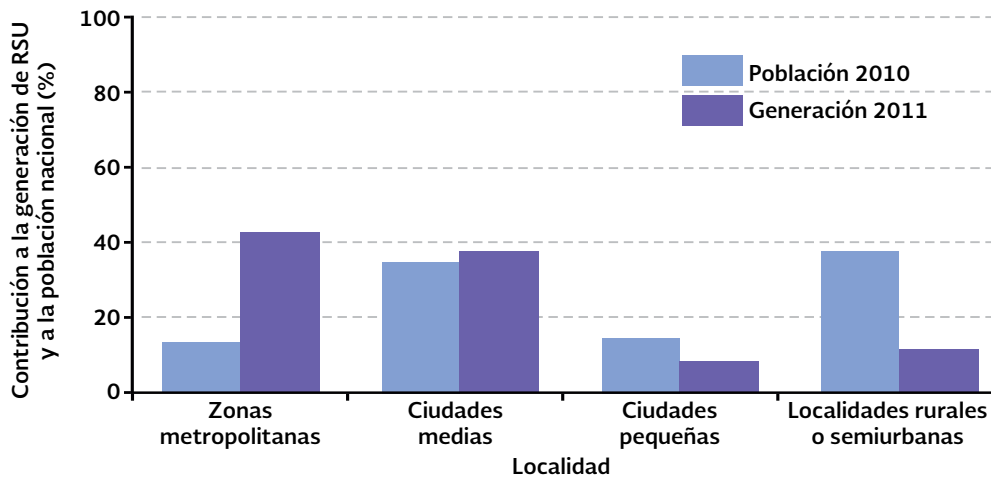
las ciudades pequeñas son las que en términos porcentuales incrementaron mayormente sus volúmenes de generación (en 82%, pasó de 1.9 a 3.5 millones de toneladas), seguidas por las zonas metropolitanas (57%, de 11.2 a 17.6 millones de toneladas) y las ciudades medias (30%, de 11.8 a 15.3 millones de toneladas; Figura 7.4). Las localidades rurales o semiurbanas fueron las que menor crecimiento porcentual registraron en el mismo periodo: 7%, pasando de 4.4 a 4.7 millones de toneladas.

Si se calcula la generación de RSU por habitante, se observa que ha aumentado significativamente en el tiempo: entre 1950 y 2011, el volumen de generación diario aumentó más de tres veces, pasando de 300 a 990 gramos en promedio. Si se evalúa anualmente, la generación por habitante pasó de 306 a 360 kilogramos entre 1997 y 2011, es decir, se incrementó en promedio 3.9 kilogramos por año (Figura 7.5; **IB 4-2**). En comparación con los países de la Organización para la Cooperación y el



## Generación de RSU por tipo de localidad<sup>1</sup>, 2011

Figura 7.3



**Nota:**

<sup>1</sup> Para la Sedesol, las *zonas metropolitanas* son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las *ciudades medias* corresponden a todas aquellas que forman una parte del "Programa 100 ciudades" y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las *ciudades pequeñas* son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades y, finalmente, las *localidades rurales o semiurbanas* corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes.

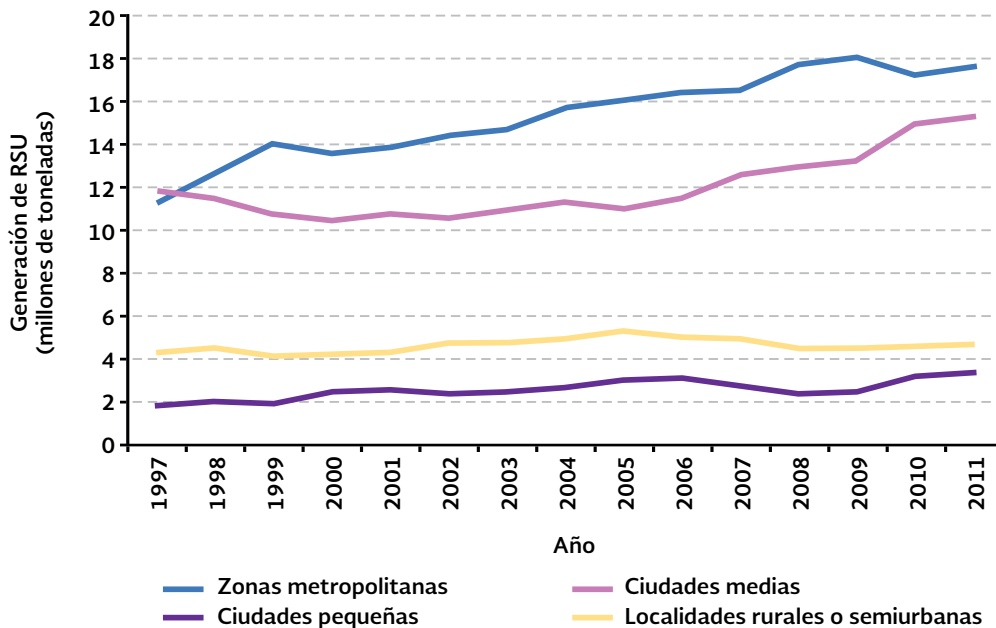
**Fuentes:**

INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Consulta interactiva de datos. 2011. Disponible en: [www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=17118&c=27769&s=est](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=17118&c=27769&s=est). Fecha de consulta: septiembre de 2012.

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

## Generación de RSU por tipo de localidad<sup>1</sup>, 1997 - 2011

Figura 7.4



**Nota:**

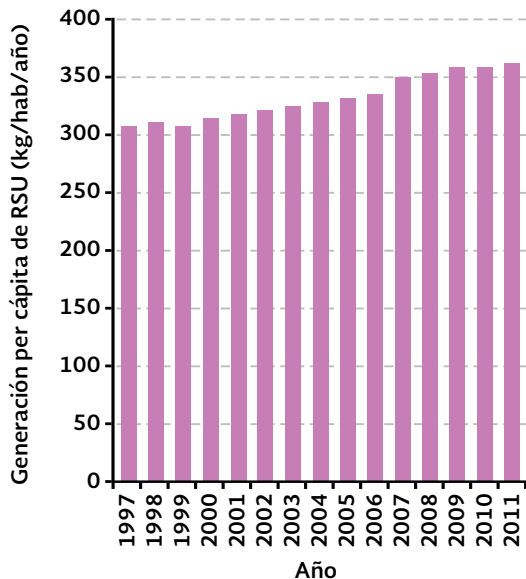
<sup>1</sup> Para la Sedesol, las *zonas metropolitanas* son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las *ciudades medias* corresponden a todas aquellas que forman una parte del "Programa 100 ciudades" y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las *ciudades pequeñas* son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades y, finalmente, las *localidades rurales o semiurbanas* corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes.

**Fuente:**

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

## Generación per cápita anual de RSU en México, 1997 - 2011

Figura 7.5



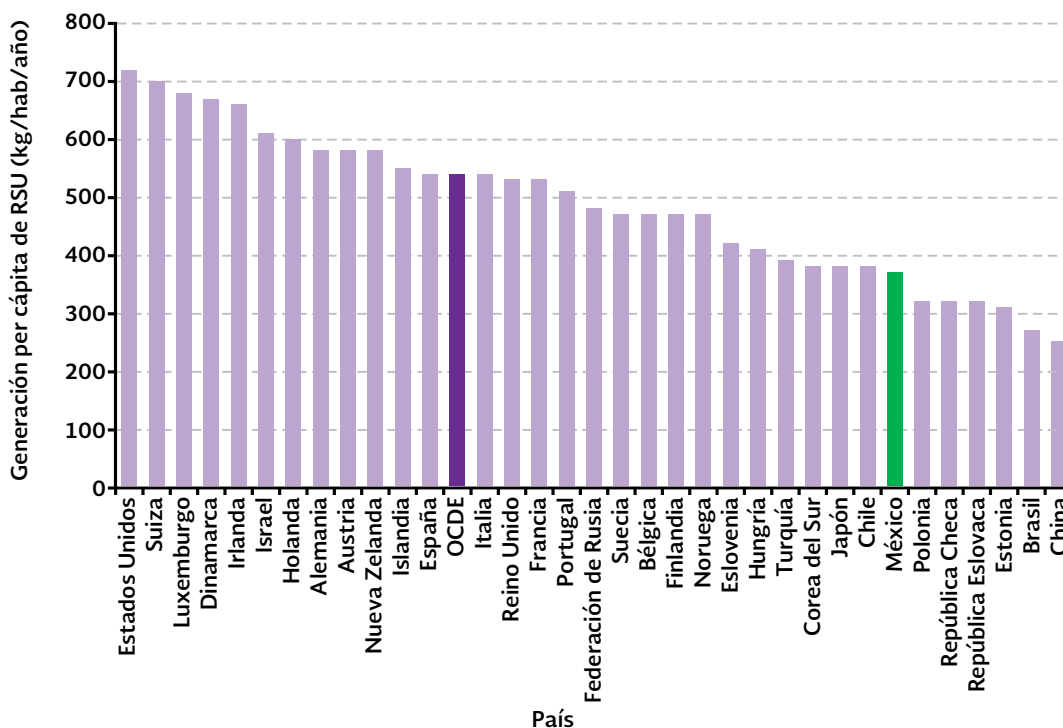
Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

Desarrollo Económico (OCDE), la generación per cápita nacional en 2010 (370 kg/hab) resultó 31% menor al promedio de los países que componen dicha organización (540 kg/hab/año en 2010; Figura 7.6). En ese año, un mexicano promedio generó 14% más residuos que un ciudadano de la República Checa y cerca del 79% del volumen producido por un noruego promedio (OCDE, 2013).

Entre las entidades federativas y ciertas regiones del país, la generación per cápita muestra diferencias importantes, resultado básicamente de la influencia de factores culturales, niveles de ingreso y grado de urbanismo, entre otros ([Cuadro D3\\_RSM01\\_01](#)). En 2011, la región Distrito Federal registró la mayor generación per cápita, con 1.5 kilogramos diarios, mientras que los habitantes de la región Sur generaron en promedio 0.76 kilogramos por día (Figura 7.7).

## Generación de RSU per cápita en países de la OCDE, 2010

Figura 7.6

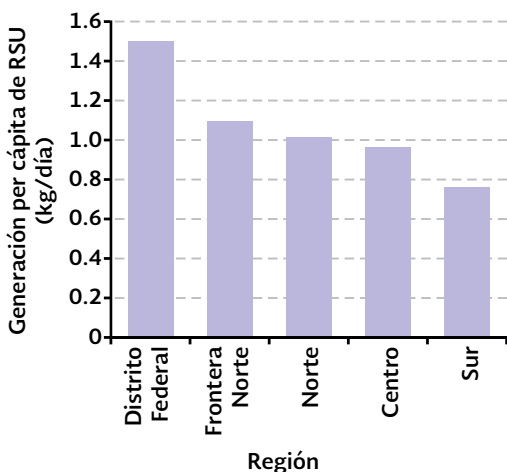


Fuente: OECD. *OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics*. OECD Publishing. 2013. Disponible en: [www.oecd.org/publications/factbook\\_18147364](http://www.oecd.org/publications/factbook_18147364). Fecha de consulta: febrero de 2013.



## Generación per cápita de RSU por región, 2011

Figura 7.7



**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

En cuanto a su composición, los RSU también han cambiado de manera importante en las últimas décadas en el país. En general, la composición depende, entre otros factores, de los patrones de consumo de la población: países con menores ingresos producen menos residuos, dentro de los cuáles dominan los de composición orgánica, mientras que en los países con mayores ingresos, los residuos son mayormente inorgánicos a partir de productos manufacturados y con un porcentaje mayor de productos y desechos (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 2011 esta cifra se redujo al 52.4%, (Figura 7.8; Cuadro D3\_RSM01\_10).

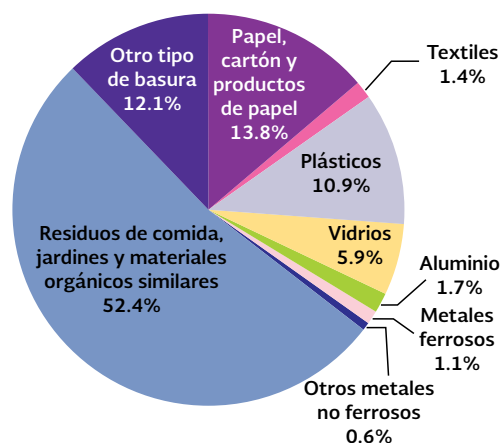
## MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

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

potencial que podrían ocasionar sobre los ecosistemas. Sin embargo, la situación del manejo de estos residuos dista mucho de ser la adecuada a lo largo del país. Aún a la fecha es relativamente común que los residuos se depositen en espacios cercanos a las vías de comunicación o en depresiones naturales del terreno como cañadas, barrancas y cauces de arroyos. En el ciclo de vida de los residuos, después de su generación existen diversas etapas importantes para su manejo, entre las que destacan su recolección, reciclaje y disposición final, las cuales se tratan con más detalle en las siguientes secciones. Prácticamente en la fecha en que se hizo el corte de la información contenida en este Informe, el INEGI publicó los resultados del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011, que presenta nueva información alrededor de la gestión de los RSU en el país (ver el Recuadro *Los RSU en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011*). Esta información seguramente enriquecerá el conocimiento sobre el tema, pero requerirá de un análisis más detallado que llevará tiempo realizar. En este contexto, los datos que se presentan en esta edición del Informe relacionados con la gestión de los RSU provienen aún de la Sedesol, lo que además permite examinar su evolución en el tiempo.

## Composición de los RSU en México, 2011

Figura 7.8



**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

El Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011 (CNGMD), realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) entre abril y octubre de 2011, tuvo como objetivo recabar de los gobiernos municipales y delegacionales, información estadística y geográfica sobre su gestión. Este ejercicio cobra importancia, en términos de información ambiental, al contener por primera vez un módulo específico sobre los RSU, pero también por su cobertura, que incluyó a todos los municipios del país y a las 16 delegaciones del Distrito Federal. Este ejercicio tuvo una respuesta favorable del 98% de los municipios y delegaciones, por lo que permitirá tener una imagen realista de la situación nacional. Con el módulo sobre RSU se obtuvo información sobre la generación, manejo, recolección y disposición de estos residuos. La información captada será muy útil para mejorar la precisión de las estadísticas más importantes alrededor de la generación y el manejo de los RSU en el país. A continuación se muestran algunos de sus resultados preliminares más importantes.

En 2010, en los cerca de 2 400 municipios del país de los que se obtuvo información se recolectaron diariamente, en promedio, alrededor de 86 357 toneladas de RSU. Los estados que promediaron diariamente los valores más altos de residuos colectados fueron el Distrito Federal (17 043 toneladas), estado de México (8 285) y Jalisco (6

524); en contraste, los que registraron los valores diarios más bajos fueron Baja California Sur (572 toneladas), Campeche (613) y Colima (728).

De los residuos recolectados, 89% correspondió a recolección no selectiva y el restante 11% a recolección selectiva (es decir, a la separación de los RSU en orgánicos e inorgánicos, al menos). A nivel estatal, las entidades que reportan el mayor porcentaje de separación fueron Querétaro (57%), Jalisco (40%), Nuevo León (30%), Distrito Federal (18%) y estado de México (15%). Por el contrario, las entidades que reportaron la no separación de sus residuos fueron Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Coahuila, Guerrero, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas y Zacatecas.

El censo también reveló que 2 282 municipios (alrededor del 93% de los que tiene el país) contaban con servicio de recolección y disposición final de RSU, 148 enviaban por lo menos una fracción de sus residuos recolectados a una planta de tratamiento y 161 no contaban con ninguno de estos servicios.

**Referencia:**

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011* (CNGMD). Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos. INEGI. México. 2012.

## RECOLECCIÓN

En 1998 se recolectaba cerca del 85% de los residuos generados en el país, cifra que en 2011 alcanzó 93% (Figura 7.9; [Cuadro D3\\_RSM01\\_05](#)). Sin embargo, cuando se considera el tamaño de las localidades, la situación es distinta: en 2011, en las zonas metropolitanas del país, la cobertura en la recolección de los residuos alcanzó 90%, mientras que en las ciudades medias fue de 80%, en las pequeñas de 26% y en las localidades rurales o semiurbanas alcanzó 13% ([Cuadro D3\\_RSM01\\_08\\_D](#)).

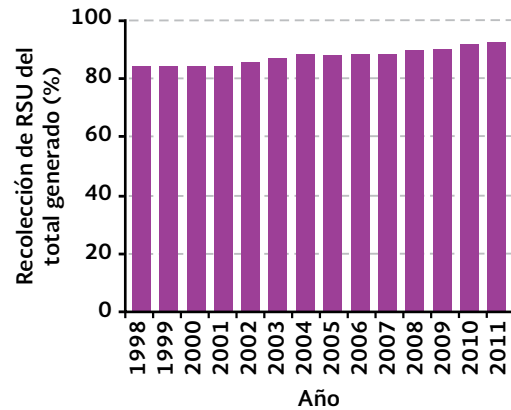
En 2011, los estados que registraron la mayor recolección de RSU fueron Aguascalientes (98.8% del volumen generado), Baja California Sur (97.7%), Nuevo León (97.6%), Baja California (97.5%), Distrito Federal (97%), Querétaro (96.5%) y Tlaxcala (95.8%; Mapa 7.3). Los estados con menor recolección fueron Michoacán (85.8%), estado de México (86.8%), Hidalgo (87.6%), Nayarit (89.3%), Veracruz (89.8%), Morelos (89.9%) y Tabasco (90.3%; Mapa 7.3; [Cuadro D3\\_RSM01\\_05](#)).

## RECICLAJE

A pesar de que el volumen de RSU que se recicla en el país se ha incrementado en los últimos años, aún resulta bajo. De acuerdo con las cifras obtenidas en los sitios de disposición final, en 2011 se recicló 4.8% del volumen de RSU generados; no obstante, esta cifra

**Recolección de RSU, 1998 - 2011**

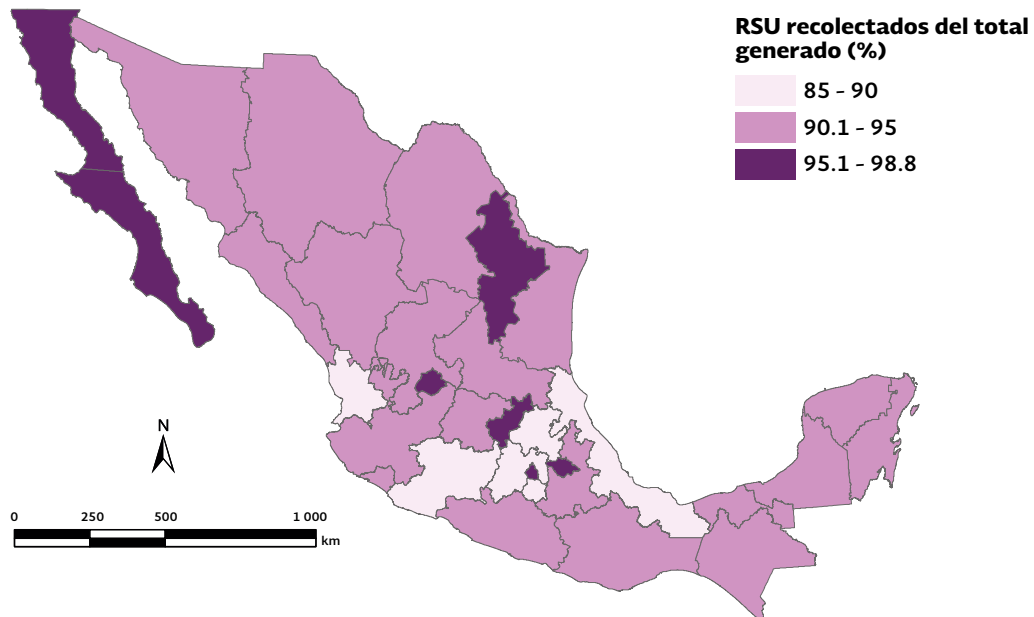
**Figura 7.9**



**Fuente:** Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

**Recolección de RSU por entidad federativa, 2011**

**Mapa 7.3**



**Fuente:** Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.



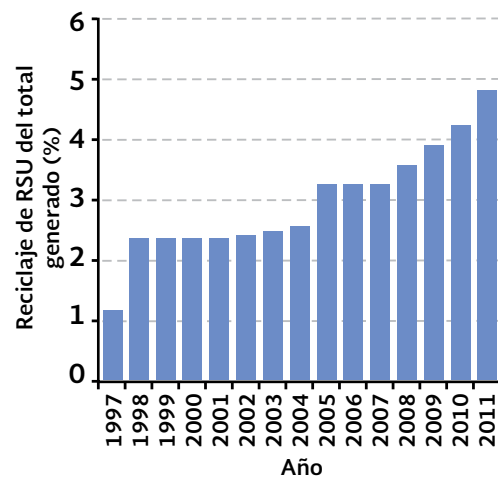
podría alcanzar el 10% en virtud de que muchos de los RSU susceptibles de reciclarse se recuperan antes de llegar a los sitios de disposición final, tanto en los contenedores como en los vehículos de recolección (Figura 7.10; **IB 4-5**). Del volumen total de RSU reciclados en 2011, el mayor porcentaje correspondió a papel, cartón y productos de papel (42.2%), seguido por vidrio (28.6%), metales (27.8%), plásticos (1.2%) y textiles (0.2%; Figura 7.11). 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 2011 fueron los metales (39% del total de metales generados), el vidrio (23.5%) y el papel (14.7%). De los plásticos y textiles sólo se recicla alrededor del 0.5% de cada uno de ellos.

## DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final de los residuos se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones que permitan evitar su presencia en el ambiente y las posibles afectaciones a la salud de la población y de los ecosistemas. En el país se cuenta con dos tipos de sitios de disposición final: los rellenos sanitarios y los rellenos de tierra controlados. Los rellenos sanitarios constituyen la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos urbanos; este tipo de infraestructura involucra métodos y obras de ingeniería particulares que controlan básicamente la fuga de lixiviados y la generación de biogases. Por su parte, los rellenos de tierra controlados, aunque comparten las especificaciones de los rellenos sanitarios en cuanto a infraestructura y operación, no cumplen con las especificaciones de impermeabilización para el control de los lixiviados.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones de protección ambiental

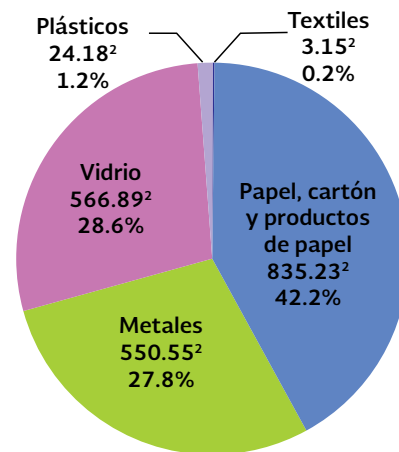
**Reciclaje de RSU, 1997 - 2011** **Figura 7.10**



**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

**Composición de los RSU reciclados<sup>1</sup>, 2011**

**Figura 7.11**



**Notas:**  
<sup>1</sup> Las cantidades indicadas como volumen reciclado corresponden a los materiales recuperados en los sitios de disposición final.  
<sup>2</sup> Las cantidades están en miles de toneladas.

**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

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. De acuerdo a ella, los rellenos sanitarios 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; y 4) controlar la dispersión de materiales ligeros, así como la fauna nociva y la infiltración pluvial.

En 2011 se estimó que 72% del volumen generado de RSU en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 23% se depositó en sitios no controlados y el restante 5% se recicló (Figura 7.12; Cuadro D3\_RSM01\_09\_D; IB 4-3). El porcentaje depositado en rellenos sanitarios y sitios controlados representa un incremento de alrededor de 77% con respecto al año 1997, si se considera que en este último cerca del 41% se depositaba en este tipo de sitios. Si se analiza por entidad federativa, en 2011 el Distrito Federal, Aguascalientes y Quintana Roo dispusieron la totalidad de sus residuos en rellenos sanitarios (Mapa 7.4). Sin embargo, Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Veracruz dispusieron menos del 40% de sus residuos en este tipo de sitios (Cuadro D3\_RSM01\_09\_D).



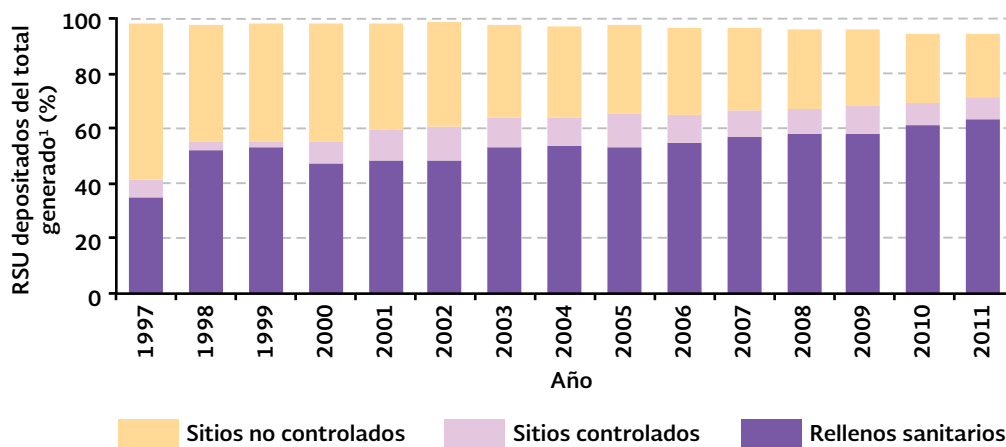
El número de rellenos sanitarios en el país ha crecido de manera significativa en los últimos años. Entre 1995 y 2011 su número se incrementó de 30 a 196, pasando la capacidad de almacenamiento total de 5.95 a 26.14 millones de toneladas (Figura 7.13; IB4-4). En 2011, se contaba además en el país con 20 rellenos de tierra controlados. En la actualidad, todas las entidades cuentan con rellenos sanitarios para disponer sus residuos; los estados que cuentan con más rellenos son Puebla (17), Nuevo León (14), Guanajuato (12) y Tamaulipas (11), mientras que el Distrito Federal y Aguascalientes cuentan con un relleno sanitario (Mapa 7.5; Cuadro D3\_RSM01\_07\_D).



En general, los avances en materia de rellenos sanitarios se han dado principalmente en las grandes ciudades. Cuando se analiza la disposición adecuada de los residuos por tipo de localidad, en 2011 el 90% de las zonas metropolitanas disponían adecuadamente sus residuos, es decir, en rellenos sanitarios y sitios controlados, mientras que tan sólo el 13% en las localidades rurales o semiurbanas lo hacía de la misma manera (Figura 7.14; Cuadro D3\_RSM01\_08\_D).

### Disposición final de los RSU del total generado, 1997 - 2011

Figura 7.12



**Nota:**

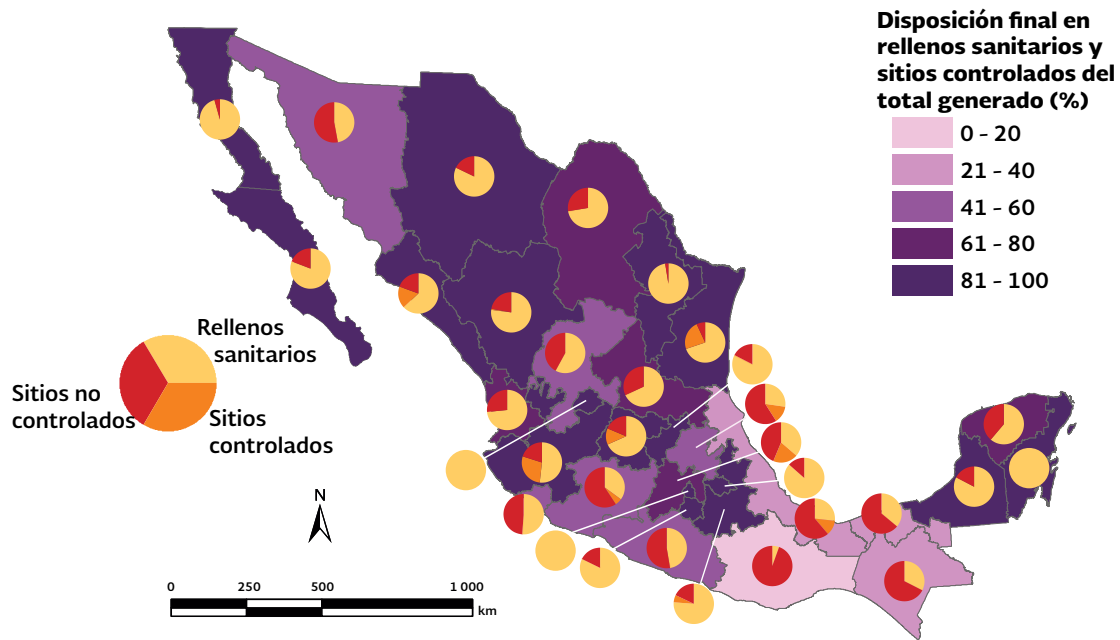
¹ Los porcentajes no alcanzan el 100% debido a que una pequeña proporción de los residuos es reciclada antes de ser dispuesta.

**Fuente:**

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

## Disposición final de los RSU en rellenos sanitarios y sitios controlados por entidad federativa, 2011

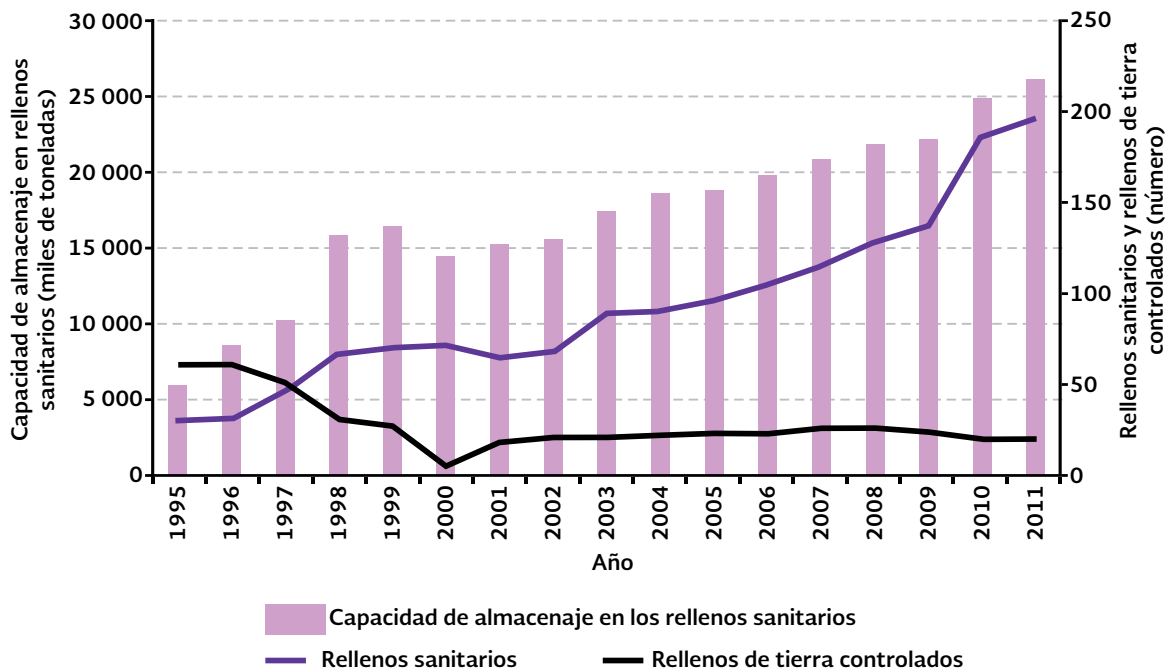
Mapa 7.4



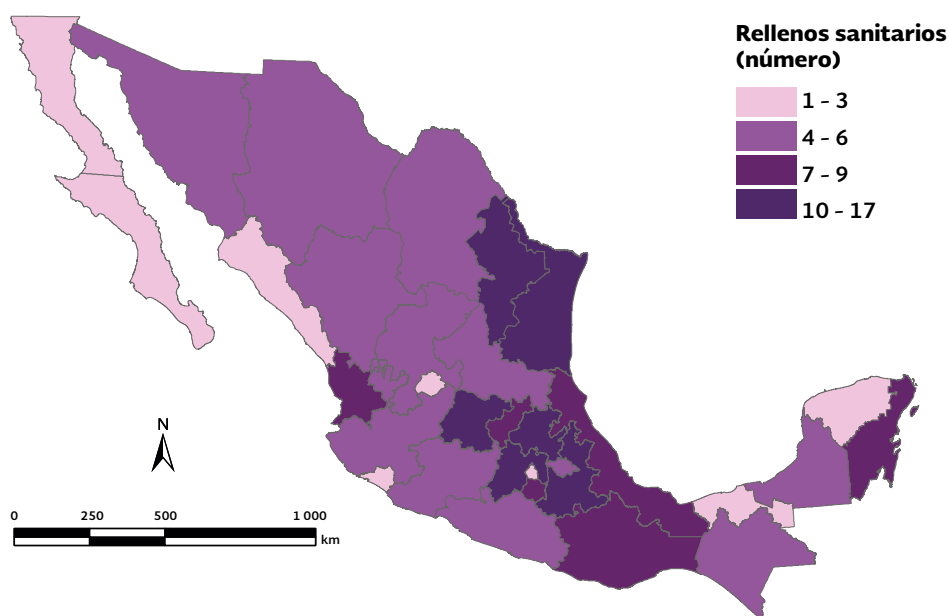
**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

## Rellenos sanitarios y de tierra controlados en México, 1995 - 2011

Figura 7.13



**Fuente:**  
Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.



Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

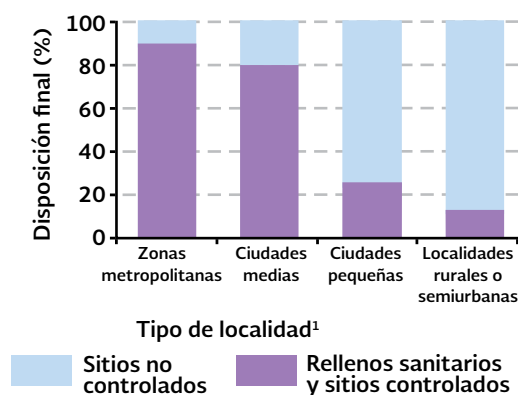
## RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Los Residuos de Manejo Especial (RME) están definidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) como aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (DOF, 2003).

Debido a la reciente regulación de este tipo de residuos, en la actualidad sólo se cuenta con información de los volúmenes de generación para ciertos tipos, obtenidos a través de estudios específicos. El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, publicado por el INECC en 2012, reporta que para el periodo 2006-2012, la disponibilidad de información sobre la generación de RME sólo abarca seis de las ocho categorías en las que la LGPGIR los clasifica, además de una categoría adicional para otros tipos de residuos (ver el Recuadro *Origen de los residuos de manejo especial*). Para el citado

## Disposición final de los RSU en rellenos sanitarios, sitios controlados y sitios no controlados por tipo de localidad, 2011

Figura 7.14



**Nota:**

<sup>1</sup> Para la Sedesol, las zonas metropolitanas son las ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 de habitantes. Las ciudades medias corresponden a todas aquellas que forman una parte del "Programa 100 ciudades" y las incluidas en los planes estratégicos de los gobiernos de los estados. Las ciudades pequeñas son aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades y, finalmente, las localidades rurales o semiurbanas corresponden a las que tienen una población menor a 15 000 habitantes.

**Fuente:**

Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2012.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos clasifica a los residuos de manejo especial en ocho categorías según su origen:

1) Los residuos 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.

2) Los de 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.

3) Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.

4) Residuos de 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.

5) Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.

6) Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.

7) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

8) 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.

**Referencia:**

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

periodo, el mayor volumen de generación anual promedio correspondió a las excretas de ganado (porcino y bovino lechero; cerca de 66.7 miles de toneladas), seguido por papel y cartón (6 820 toneladas) y los residuos de la construcción y demolición (6 111 toneladas; Figura 7.15). En contraste, los RME que se produjeron en menor volumen anual promedio fueron los electrodomésticos

(22 toneladas), las pilas (34 toneladas) y los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales (232 toneladas). En el caso de los automóviles que terminan su vida útil, en el mismo periodo se desecharon en promedio 805 202 unidades por año. Las categorías de las que aún no se dispone de información sobre su generación son las que corresponden a los residuos de rocas o los productos de su



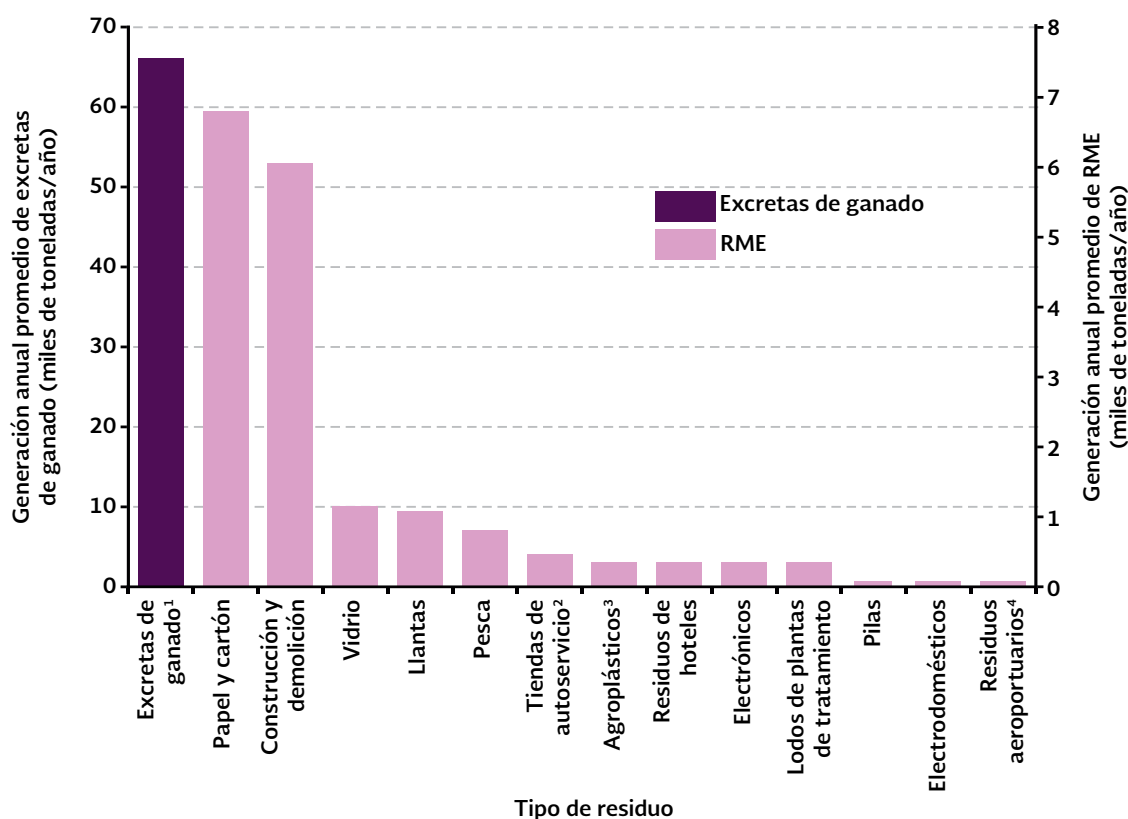
descomposición y la de los residuos de salud (sin considerar a los biológico-infecciosos que se consideran como residuos peligrosos).

Al igual que en el caso de la generación, la información sobre el destino final de los RME es aún escasa. No obstante, el Diagnóstico Básico citado anteriormente reporta que el 67.4% de los residuos aeroportuarios<sup>4</sup> producidos entre 2006 y 2012 fue dispuesto en rellenos sanitarios o sitios controlados, así como el 32% de los residuos de tiendas de autoservicio, el 11% de los residuos de papel

y cartón y el 98.5% de los residuos de hoteles (INE, 2012). No obstante, para algunos de los RME se puede aprovechar anualmente una parte de su volumen generado: en el periodo citado se aprovechó anualmente 68% de los producidos en las tiendas de autoservicio, 49% del papel y cartón, 32.2% de los residuos aeroportuarios, 4% de los residuos de actividades pesqueras, 3.1% de las pilas y 1.5% de los residuos de hoteles (ver los Recuadros *Los residuos de aparatos electrodomésticos* y *La problemática de las pilas*).

**Generación anual promedio de RME en México, 2006 - 2012**

**Figura 7.15**



**Notas:**

<sup>1</sup> Las excretas corresponden a ganado porcino y bovino lechero.

<sup>2</sup> Los residuos de las tiendas de autoservicio sólo incluyen a Walmart.

<sup>3</sup> Los agroplásticos son los desechos como malla sombra, mallas antigranizo y bolsas para cultivo hidropónico, entre otros, provenientes de actividades agrícolas.

<sup>4</sup> Los residuos aeroportuarios sólo incluyen los producidos en el Aeropuerto de la Ciudad de México.

**Fuente:**

INE, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. México. 2012.

<sup>4</sup> Este volumen sólo considera los RME del Aeropuerto de la Ciudad de México.

Los aparatos electrodomésticos son elementos importantes de la vida cotidiana en muchos países del mundo. Destacan por su importancia los refrigeradores, estufas de gas, lavadoras, secadoras de ropa, hornos de microondas, licuadoras y las tostadoras, entre muchos otros. Para su fabricación se emplean, además de grandes cantidades de plásticos, diversos metales (por ejemplo, plomo o aluminio) que pueden resultar peligrosos para la salud humana y los ecosistemas en caso de ser desechados de manera inadecuada al ambiente.

Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, publicado por el INECC en 2012, se estima que en México entre 2009 y octubre de 2012, se generaron entre 21 348 y 21 937 toneladas de desechos de electrodomésticos (Figura a). De ese volumen, la mayoría

correspondió a los electrodomésticos de pequeño tamaño (cerca del 96%), es decir, planchas, secadoras de pelo, aspiradoras, tostadoras, freidoras, extractores, cafeteras, picadoras y batidoras (Semarnat, 2012); mientras que el restante 4% correspondió a los de gran tamaño (como estufas de gas, refrigeradores, lavadoras, secadoras de ropa, congeladores, aires acondicionados, ventiladores, calentadores y hornos de microondas).

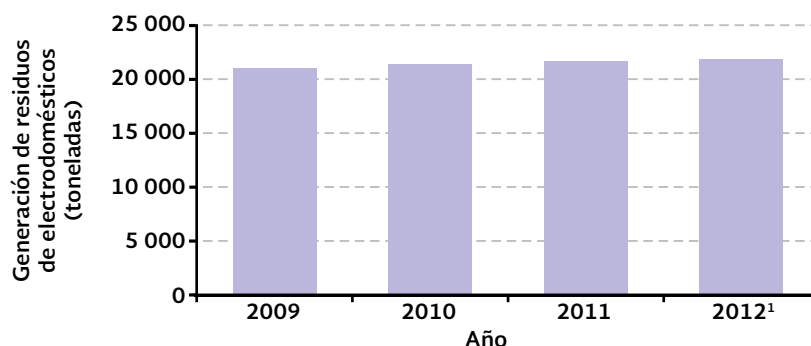
Con respecto a su composición, predominan en los electrodomésticos desechados (tanto grandes como pequeños), los plásticos, los materiales epóxicos y los metales (principalmente el hierro, cobre y aluminio).

**Referencia:**

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. México. 2013.

**Generación de residuos de aparatos electrodomésticos en México, 2009 - 2012**

Figura a



**Nota:**

<sup>1</sup> Datos a octubre de 2012.

**Fuente:**

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. México. 2013.

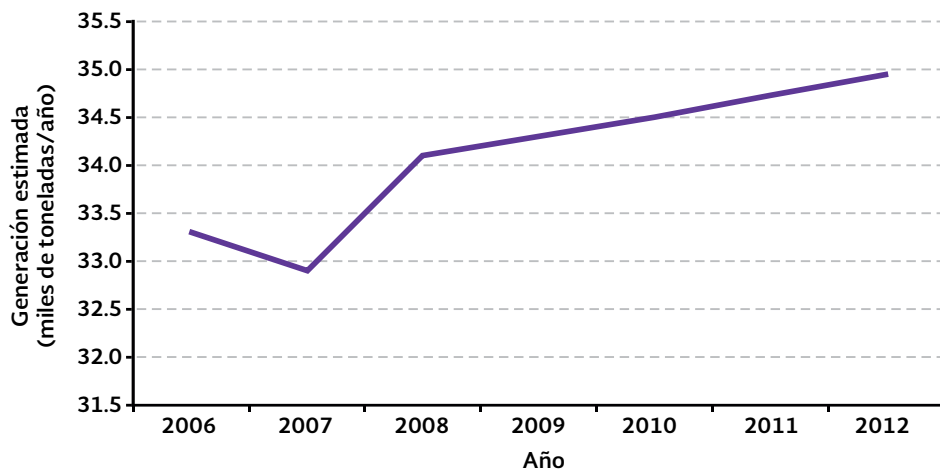
El aumento en el desarrollo de la tecnología portátil ha sido uno de los factores más importantes para detonar la demanda y, por ende, el desecho de pilas y baterías a nivel mundial. Generalmente, las pilas son arrojadas junto con el resto de los residuos domiciliarios en tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios, terrenos baldíos o cauces de agua. Cuando sus cubiertas se corroen, ya sea por sus componentes internos o por factores externos, tales como la lluvia, los cambios de temperatura y el proceso de descomposición de la basura, puede producirse el derrame de los electrolitos internos, liberándose entonces diversas sustancias, como los metales pesados (mercurio, níquel, cadmio y litio) que pueden contaminar el suelo y el agua.

Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (INECC, 2012), se estima que entre 2006 y 2012 se generaron en el país en promedio anualmente cerca de 34 122 toneladas de pilas, es decir, aproximadamente 1 534 millones de piezas (Figura a). Esto significa que, considerando la población nacional del 2010, cada habitante del país genera en promedio al año el equivalente a 307 gramos de pilas. Del total de pilas generado en el periodo, el 70.1% correspondió a pilas de carbón-zinc, 19% a pilas alcalinas, 6.2% a pilas de litio y el restante 4.7% a pilas de óxido de mercurio, zinc-aire y óxido de plata.

Aunque no se tienen documentados casos de efectos directos de las pilas sobre la

**Generación estimada de pilas en México, 2006 - 2012**

**Figura a**



**Fuente:**

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. México. 2013.

salud humana, sí se cuenta con evidencia de que algunas sustancias que se pueden liberar en el proceso de descomposición de las pilas, pueden causar daños a la salud. Por ejemplo, el metilmercurio (que se produce a partir del mercurio en presencia del agua), puede atravesar la placenta y provocar daños irreversibles en el cerebro de los fetos. En los lactantes, a través de la leche contaminada, puede provocar problemas de retraso en el desarrollo mental, falta de coordinación, ceguera y convulsiones. 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:**

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. México. 2013.

## RESIDUOS PELIGROSOS

La gran diversidad de sustancias químicas que existe en la actualidad, si bien es cierto que ha servido para mejorar significativamente el nivel de vida de la población, también ha ejercido una presión importante sobre el medio ambiente y la salud humana (ver el Recuadro *Las sustancias químicas en números*). Una vez finalizada la vida útil de muchos de los productos que se fabrican a partir de estas sustancias o que las contienen, se convierten en desechos que ponen en riesgo la salud de las personas o pueden causar daños al medio ambiente. Entre estos desechos se encuentran los residuos peligrosos, definidos como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB que les confieren peligrosidad (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). La norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento

de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

## 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 han sido diversas, y se han basado fundamentalmente en la información reportada por las empresas que generan o tratan este tipo de residuos.

La aproximación más reciente sobre el volumen de generación de RP para el país se obtiene a partir de los registros que hacen las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) a la Semarnat. Según la información contenida en dicho registro, para el periodo 2004-2011, las 68 733 empresas registradas generaron 1.92 millones de toneladas (Semarnat, 2012; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_01](#)). Esta cifra, sin embargo, no debe considerarse como el volumen total de RP generados en el país en

Las sustancias químicas se encuentran por doquier, todos los seres vivos están constituidos por ellas y es difícil concebir alguna actividad en la sociedad moderna en la cual no intervengan o hayan intervenido productos químicos, tanto en el hogar como en los lugares de trabajo e incluso en las actividades de recreación. De allí que se considere que numerosas sustancias son o han sido la base del progreso y su aprovechamiento, en una gran diversidad de procesos productivos, es identificado como un factor que genera negocios, ingresos y empleos (Yarto *et al.*, 2003).

A nivel mundial, a julio de 2012 se habían identificado alrededor de 67 295 000 sustancias químicas y se calcula que aproximadamente 15 000 sustancias nuevas son incorporadas diariamente al registro del *Chemical Abstract Service* (CAS) de los Estados Unidos (CAS, 2012). Estas sustancias permiten controlar plagas, curar enfermedades, preservar alimentos, generar energía e intervienen en multitud de actividades productivas para la generación de bienes (INE, 2003). Sin embargo, estas sustancias pueden traer consigo también riesgos para la salud humana y el medio ambiente, muchas veces debido a su inadecuado manejo. 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, además de que su manejo inapropiado puede ocasionar accidentes graves como explosiones, derrames e incendios.

Por lo anterior, los gobiernos de muchos países han trabajado en el desarrollo de instrumentos regulatorios y de información para la prevención o minimización de los efectos adversos de las sustancias químicas. Entre los instrumentos regulatorios se encuentran los inventarios creados para conocer el universo de las sustancias químicas que se comercializan en un país. En términos generales, se definen como una lista de sustancias químicas que son producidas en o importadas a un país y que se encuentran ligadas a algún tipo de registro que avala su comercialización.

Para el caso de México, el Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat ha trabajado en la elaboración del Inventario Nacional de Sustancias Químicas (INSQ), constituido inicialmente como un instrumento de información y conformado a partir de fuentes secundarias de información (Cédula de Operación Anual, pedimentos aduanales, datos de la Asociación Nacional de la Industria Química, entre otras). A la fecha, el inventario cuenta con una lista de 5 816 sustancias químicas identificadas en el comercio nacional. Éste contiene datos sobre la identidad química, los volúmenes de producción e importación y datos ecotoxicológicos de las sustancias. Debido a que el procedimiento que ha dado origen al INSQ se basa en fuentes de información existentes y no en un registro obligatorio, dicho inventario no refleja el universo completo de sustancias. Se estima que incorpora aproximadamente la tercera parte de las sustancias que se comercializan en el país.

Al comparar el INSQ con el inventario de sustancias químicas de Estados Unidos (conocido como el Inventario TSCA), con el de Canadá (denominado Lista de Sustancias Nacionales, *Domestic Substance List*, DSL, por sus siglas en inglés), y la lista de sustancias registradas por la Unión Europea, se encuentra que el 71% de las sustancias del INSQ se encuentran en el Inventario TSCA, el 60% en el inventario de Canadá y el 22% en la lista de sustancias registradas en Europa (Tabla 1).

Con el objeto de identificar sustancias químicas que potencialmente pudieran

representar un riesgo al medio ambiente, se aplican criterios de relevancia ambiental tales como la persistencia<sup>1</sup>, la bioacumulación<sup>2</sup> y la toxicidad<sup>3</sup> para los organismos terrestres y acuáticos. Considerando las sustancias en común entre el INSQ y la DSL de Canadá, aunado a la información ecotoxicológica disponible para las sustancias de la DSL (Environment Canada, 2012), se identifica que 858 sustancias del INSQ son persistentes y/o bioacumulables y tóxicas a organismos acuáticos, y 417 son inherentemente tóxicas para los humanos. Asimismo, de las 84 sustancias que la Unión Europea

### Comparación de inventarios y listas de sustancias

Tabla 1

Nombre del inventario o lista de sustancias químicas	Número de sustancias	Número de sustancias coincidentes con el INSQ
Inventario Nacional de Sustancias Químicas (INSQ) <sup>1</sup>	5 816	-
Inventario de Estados Unidos (Inventario TSCA) <sup>2</sup>	Aproximadamente 83 000	4 147
Lista de Sustancias Nacionales de Canadá (DSL, por sus siglas en inglés) <sup>3</sup>	Aproximadamente 23 000	3 498
Lista de sustancias registradas por la Unión Europea <sup>4</sup>	5 306	1 297

**Notas:**

<sup>1</sup> INE, Semarnat. Inventario Nacional de Sustancias Químicas. INSQ.

<sup>2</sup> Inventario TSCA (EPA, 2012): incluye las sustancias inventariadas hasta 2009.

<sup>3</sup> DSL (*Environment Canada*, 2012): incluye las sustancias inventariadas hasta 2006.

<sup>4</sup> ECHA (ECHA, 2012): incluye las sustancias registradas hasta junio de 2012.

<sup>1</sup> Es la capacidad de una sustancia química para permanecer en el ambiente durante un tiempo prolongado después de su liberación, manteniendo sus características de peligrosidad.

<sup>2</sup> Es el proceso por el cual la cantidad de una sustancia en un organismo o parte de él aumenta proporcionalmente con el tiempo de exposición.

<sup>3</sup> Es la capacidad intrínseca de una sustancia química para causar daño a los seres vivos, desde el organismo individual hasta el nivel de ecosistema.

considera de muy alta preocupación, debido a que son sustancias que pueden tener efectos serios y frecuentemente irreversibles sobre la salud humana y el medio ambiente, 50 de estas sustancias se listan en el INSQ.

De acuerdo con el CAS se tiene conocimiento de que a la fecha sólo se han inventariado en comercio 295 096 sustancias químicas a nivel mundial (CAS, 2012), para las cuales existe información limitada sobre sus riesgos a la salud humana y el medio ambiente. Con la finalidad de subsanar estos vacíos de información y evaluar los riesgos de las sustancias que entran al mercado, algunos países han implementado un proceso de registro bajo dos esquemas principales:

- 1) Las autoridades nacionales deben demostrar qué sustancias químicas representan riesgos a la salud humana o al medio ambiente, para así autorizar su uso bajo ciertas condiciones. Las sustancias nuevas que entrarán al mercado están sujetas a disposiciones más estrictas que las que se encuentran en el mercado (sustancias existentes).

- 2) Los importadores y productores deben evaluar los riesgos a la salud o al ambiente de las sustancias químicas que comercializan o de aquellas sustancias nuevas que pretendan introducir al mercado. Bajo este esquema, los requerimientos de registro son iguales para las sustancias nuevas y existentes, es decir, no existe distinción entre éstas.

Se reconoce la necesidad de implementar en el país un procedimiento de registro que permita prevenir y minimizar los riesgos de las sustancias químicas, y a su vez, permita actualizar y complementar el INSQ. Este procedimiento tendría que considerar las características del mercado nacional de sustancias químicas y tomar ventaja de la información de relevancia ambiental generada a nivel internacional. Actualmente se cuenta con un registro de plaguicidas y nutrientes vegetales; no obstante, la regulación ambiental actual se enfoca principalmente en el control de sustancias peligrosas para abatir la contaminación ambiental.

Otro instrumento de información sobre sustancias químicas de gran relevancia lo constituye el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), que periódicamente reporta la emisión y transferencia al agua, aire, suelo y subsuelo de 104 sustancias consideradas de prioridad nacional, debido a que pueden ser persistentes y/o bioacumulables, tóxicas, carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas. El RETC se actualiza de la información recopilada a través de la Cédula de Operación Anual, que es un reporte obligatorio para las industrias de jurisdicción federal (Semarnat, 2012). Actualmente, la Semarnat trabaja en la creación de una norma oficial mexicana para ampliar el número de sustancias sujetas a reporte y establecer el mecanismo para incorporar sustancias adicionales al registro.

## Iniciativas internacionales firmadas por México

Tabla 2

Nombre del convenio o iniciativa internacional	Objetivo	Fecha de entrada en vigor
Convenio de Basilea	Controlar el movimiento transfronterizo de residuos y materiales reciclables peligrosos y promover su manejo ambientalmente adecuado	1992
Convenio de Rotterdam	Promover la responsabilidad compartida en el comercio internacional de ciertas sustancias químicas peligrosas y fomentar su manejo racional a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente	2004
Convenio de Estocolmo	Proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos adversos de los Contaminantes Orgánicos Persistentes	2004
Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional <sup>1</sup>	Minimizar significativamente los riesgos por el uso y producción de las sustancias químicas para el 2020	2006

**Nota:**  
<sup>1</sup> Iniciativa voluntaria.

En la agenda internacional, México es signatario de múltiples iniciativas internacionales vinculantes enfocadas a proteger la salud de las personas y los ecosistemas, de los efectos adversos de las sustancias químicas (Tabla 2). Particularmente, México participó en la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (PNUMA, 2012), celebrada en junio de 2012, en la que se reconoció que una gestión racional de las sustancias químicas es fundamental para la protección de la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, se reafirmó el compromiso de México y de los demás países signatarios de la iniciativa voluntaria denominada Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel

Internacional (SAICM, por sus siglas en inglés), para cumplir en el 2020 con el objetivo de minimizar significativamente los impactos adversos de las sustancias químicas derivados de su uso y producción.

**Referencias:**

Chemical Abstract Service (CAS). CAS Registry and CAS Registry Numbers. 2012. Disponible en: [www.cas.org/expertise/cascontent/registry/regsyst.html](http://www.cas.org/expertise/cascontent/registry/regsyst.html). Fecha de consulta: julio de 2012.



Environment Canada. 2012. CEPA DSL Categorization: Overview and Results. Canadá. Disponible en: [www.ec.gc.ca/lcpe-cepa](http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa).

EPA. 2012. TSCA Chemical Substance Inventory. Disponible en: [www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/tscainventory/index.html](http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/tscainventory/index.html). Fecha de consulta: julio de 2012.

European Chemicals Agency (ECHA). 2012. Substances of Very High Concern identification. Disponible en: <http://echa.europa.eu/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/substances-of-very-high-concern-identification>. Fecha de consulta: julio de 2012.

PNUMA. *El futuro que queremos. Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. Río de Janeiro*. Documento A/CONF.216/L.1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Brasil. 2012.

Semarnat. 2012. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Disponible en: [www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/retc.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/retc.aspx). Fecha de consulta: septiembre de 2012.

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

**Autoras:**

Leonor Cedillo y Teresita Romero  
Dirección de Investigación sobre Sustancias Químicas y Riesgos Ecotoxicológicos.  
Instituto Nacional de Ecología, Semarnat.

ese periodo, debido a que el PGRP no incluye a la totalidad de las empresas que producen estos residuos en el territorio. Las diferencias entre esta última estimación de generación de RP con las reportadas en años anteriores (Tabla 7.1), se deben principalmente a: 1) el número de empresas y delegaciones que se usaron para calcular el volumen generado; 2) la depuración del padrón y la revisión de los reportes de generación de las delegaciones que permitieron eliminar las duplicidades en las empresas, así como a los errores de estimación de generación de los RP por parte de los generadores; y 3) la modificación de la NOM-052-SEMARNAT-1993 (actualmente NOM-052-SEMARNAT-2005) que establece las características de los residuos para ser considerados peligrosos, y de la cual se eliminaron los jales mineros y los recortes de perforación de la industria petrolera, los cuales constituían una importante fracción del total de RP generados reportados en estimaciones anteriores (Semarnat, 2009; ver el Recuadro

*Jales mineros y recortes de perforación* en la Edición 2008 del Informe).

El mayor volumen de generación de RP correspondió a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM; 584 666, es decir, poco más del 30% del volumen total generado), seguido por Chihuahua (342 650, 18%), Campeche (210 037, 11%), Tamaulipas (146 993, 8%) y Nuevo León (128 849, 7%; Mapa 7.6). En contraste, los estados que reportaron menores volúmenes de RP fueron Nayarit (1 190), Baja California Sur (1 414), Chiapas (1 555) y Tlaxcala (1 586), que en conjunto aportaron el 0.3% del total nacional.

Las industrias generadoras de RP que mayores volúmenes generaron entre 2004 y 2011 fueron la química (201 782 t; 10.5% del total de RP generados), metalúrgica (186 393 t; 9.7%), automotriz (170 194 t; 8.9%), servicios mercantiles (111 907 t; 5.8%) y la de equipos y artículos electrónicos (85 283 t; 4.4%; Figura 7.16).

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

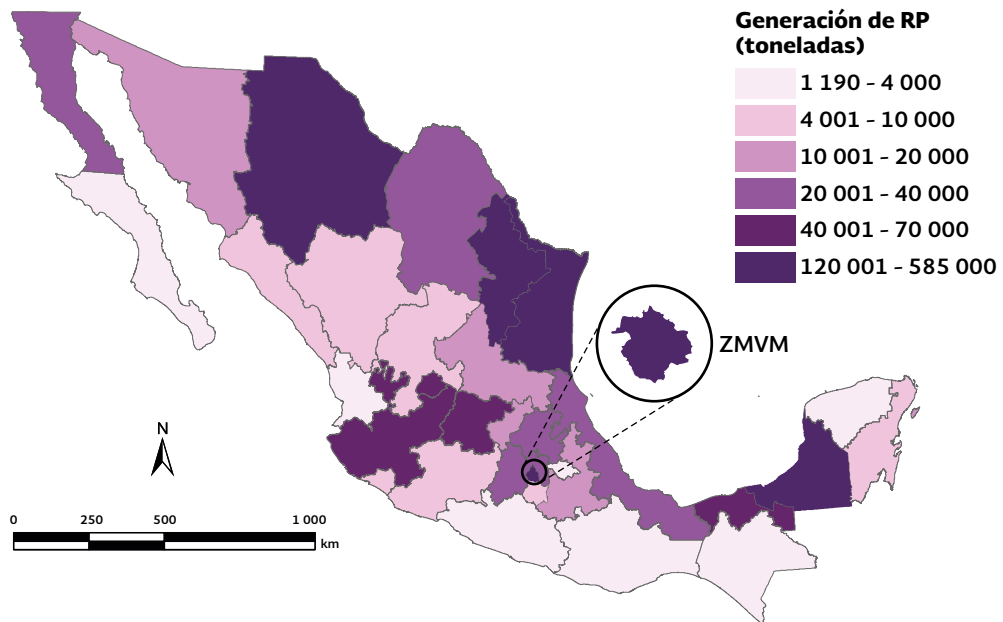
**Fuentes:**

<sup>a</sup> Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2005. Compendio de Estadísticas Ambientales*. México. 2005.

<sup>b</sup> Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

Generación de RP reportada por las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de RP, 2004 - 2011

Mapa 7.6

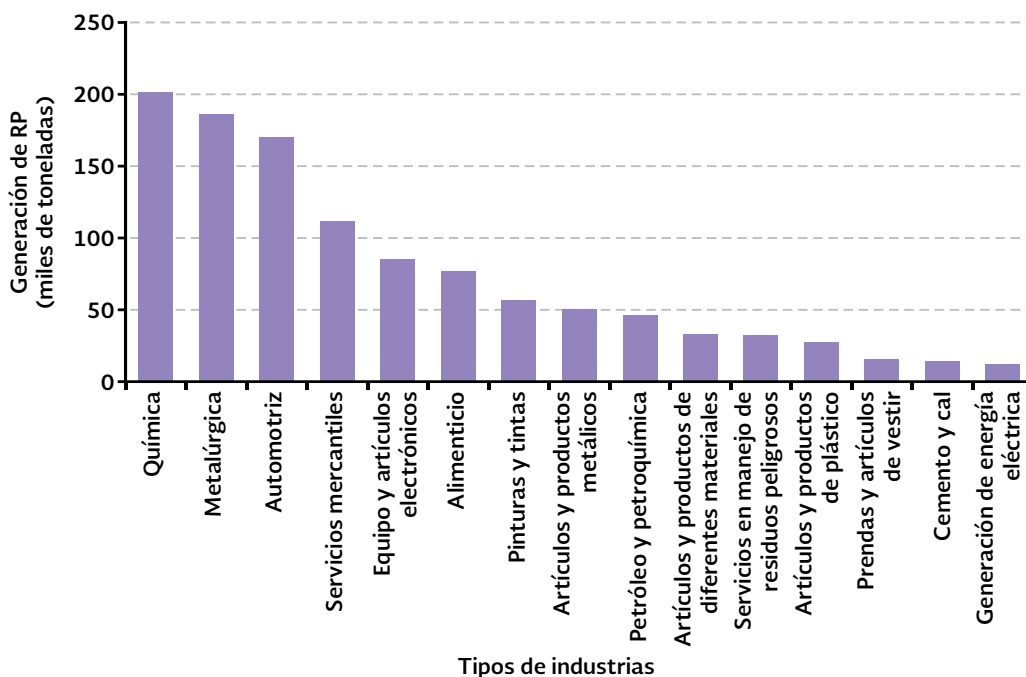


**Fuente:**

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

**Generación de RP reportada por los principales tipos de industrias generadoras, 2004 - 2011**

**Figura 7.16**



**Fuente:** Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

Si se examina la generación en función de la categoría del generador<sup>5</sup> (micro, pequeño y gran generador) y sector de actividad, para el periodo 2004-2011, los 38 194 microgeneradores (56% del total de generadores) produjeron 10 948 toneladas (apenas el 0.6% del volumen total reportado para el periodo); los pequeños generadores (24 772 empresas, 36%) reportaron una generación de 71 215 toneladas (3.7%) y los grandes generadores (5 767 empresas, 8%), produjeron 1 838 246 toneladas, que equivalen al 95.7% del total (Semarnat, 2012; Figura 7.17; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_01](#)).

En cuanto a la distribución geográfica de las empresas generadoras de RP del PGRP, la

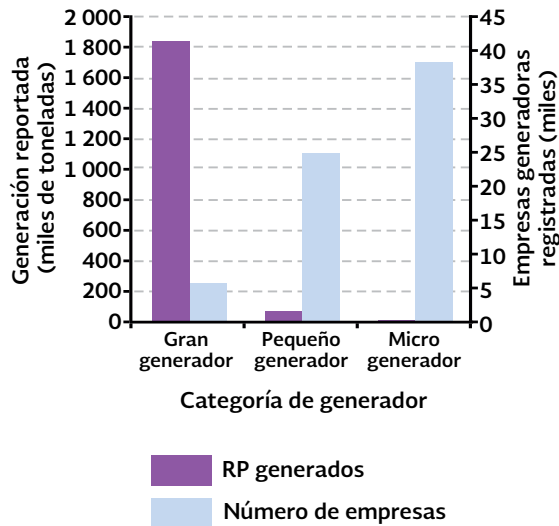
Zona Metropolitana del Valle de México fue la que reportó el mayor número entre 2004 y 2011 (10 589 empresas, 15.4% del total), seguida por entidades como Jalisco (6 979 empresas, 10.2%), Baja California (4 416, 6.4%), Chihuahua (3 545, 5.2%) y el estado de México (3 379, 4.9%; Mapa 7.7); entre ellas produjeron poco más del 55% de los RP del periodo. En contraste, las entidades con menor número de empresas fueron Tlaxcala (433, 0.6% del total de empresas), Nayarit (531, 0.8%), Quintana Roo (601, 0.9%) y Zacatecas (674, 1%; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_01](#)).

El mayor porcentaje de las micro y pequeñas generadoras de RP se encontraron en la Zona

<sup>5</sup> De acuerdo con la generación registrada, las empresas se clasifican en: 1) microgeneradores, que corresponden a los establecimientos industriales, comerciales o de servicios que generan hasta cuatrocientos kilogramos de RP anuales; 2) pequeños generadores, los que generan volúmenes iguales o mayores a cuatrocientos kilogramos y menores a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año; y 3) grandes generadores, que generan volúmenes iguales o superiores a las 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año.

**Generación de RP reportada, según categoría de generador, por las empresas registradas en el Padrón de Generadores de RP, 2004 - 2011**

Figura 7.17



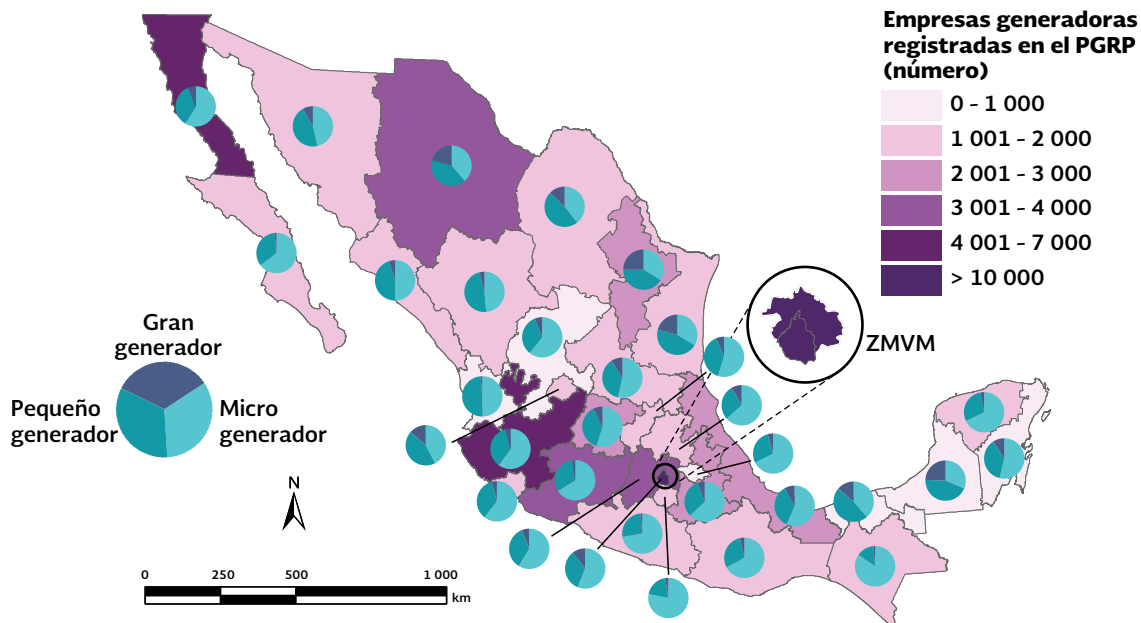
**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Semarnat. México. 2012.

Metropolitana del Valle de México (15%), Jalisco (10.7%) y Baja California (6.6%), en conjunto contabilizaron el 32.3% de ellas. En el caso de las grandes generadoras, el 43% de las empresas se concentró en la Zona Metropolitana del Valle de México y los estados de Chihuahua y Nuevo León.

Por tipo de residuo, entre 2004 y 2011, las mayores fracciones de generación correspondieron a los residuos sólidos, que incluyen residuos de mantenimiento automotriz, asbesto, telas, pieles y metales pesados, entre otros (886 715 toneladas, esto es, 46.2% del total generado), seguidos por los aceites gastados (410 532; 21.4%), lodos (156 025; 8.1%), biológico-infecciosos (145 410; 7.6%) y solventes (65 470; 3.4%). Los RP que menos se generaron fueron las breas (571.5 t; 0.03% del total generado), las sustancias corrosivas (19 866 t; 1%) y las escorias (28 086 t; 1.5%; Figura 7.18; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_20](#)).

**Empresas registradas en el Padrón de Generadores de RP según tipo, 2004 - 2011**

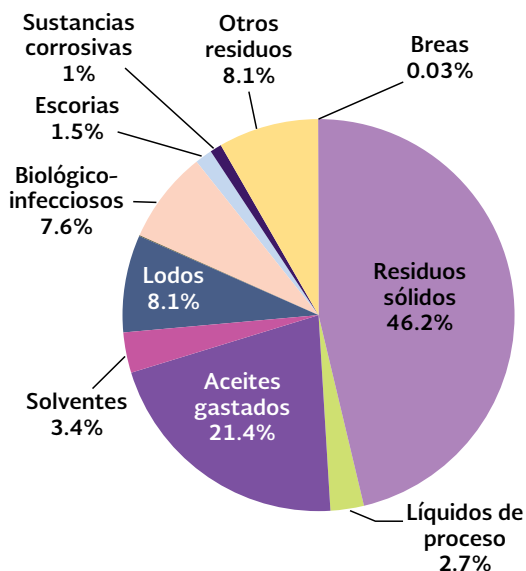
Mapa 7.7



**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

### Generación de RP reportada al Padrón de Generadores de RP, por tipo, 2004 - 2011

Figura 7.18

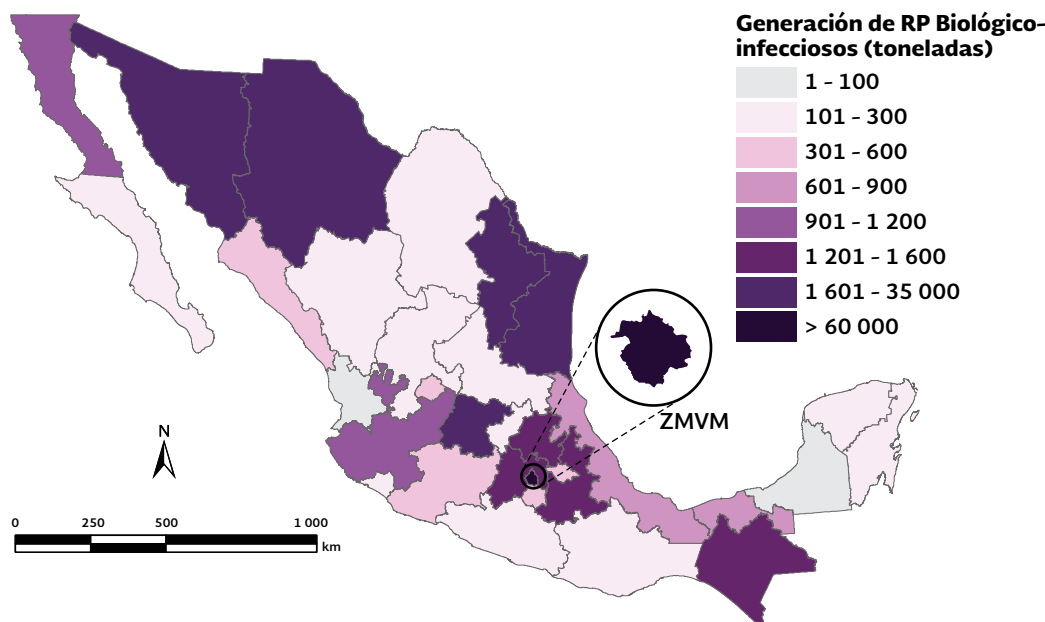


**Fuente:**  
 Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

Debido a los riesgos que representan para la salud, los residuos biológico-infecciosos (RP-BI) son de gran importancia. Entre ellos se encuentran los que se producen en las instalaciones hospitalarias y las que brindan otros servicios de salud, destacando los cultivos y cepas de microorganismos, objetos punzocortantes, muestras patológicas y sangre, entre otros. En el periodo 2004-2011, su volumen de generación representó 7.6% del total de los RP generados nacionalmente, lo que equivale a 145 410 toneladas. El 89% de la generación reportada de este tipo de residuos se concentró en unas cuantas entidades federativas (Chihuahua, Nuevo León, Guanajuato y Tamaulipas) y en la ZMVM (Mapa 7.8). Por tipo de RP-BI generado, el 57.7% correspondió a los no anatómicos, seguidos de los patológicos (20.5%), los objetos punzocortantes (14.7%), la sangre (3.9%) y los cultivos y cepas (3.2%; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_20](#)).

### Volumen de generación de RP Biológico-infecciosos reportado al Padrón de Generadores de RP, 2004 - 2011

Mapa 7.8



**Fuente:**  
 Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

## MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS PELIGROSOS

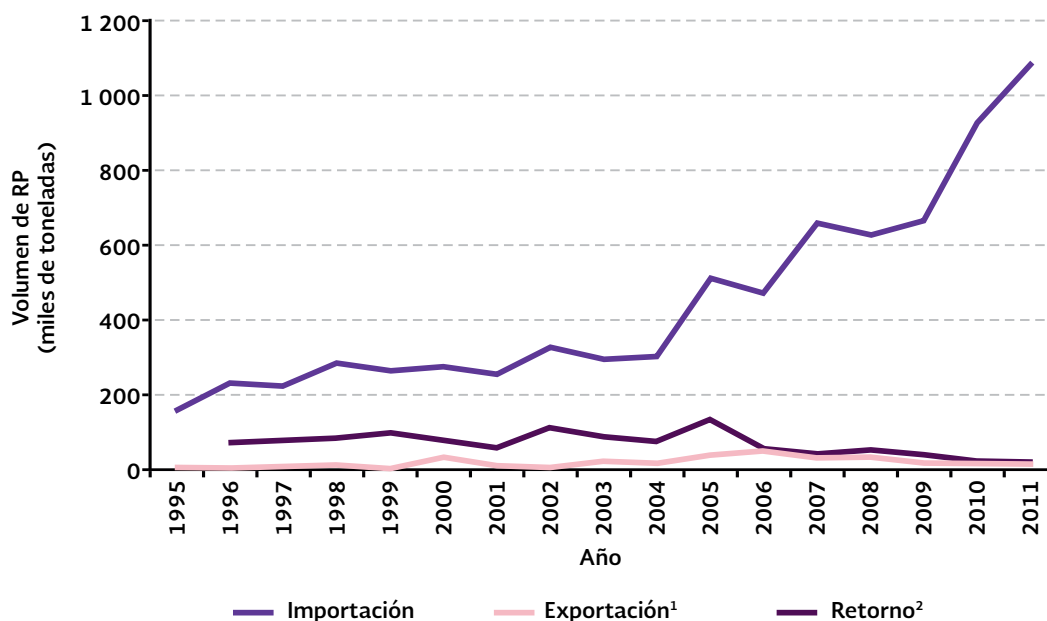
Dentro del manejo integral de algunos RP está su movimiento entre países. La importación, exportación o tránsito de estos residuos se presenta básicamente cuando se busca su tratamiento, reciclaje o reuso en algunos de los países involucrados, siempre y cuando se cuente con la aceptación o el consentimiento del país que los recibe.

En el caso del movimiento de RP entre México y Estados Unidos, 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 que 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 que deberán retornarse al país de origen. Entre 1995 y 2011 se observó una tendencia creciente en la importación desde los Estados Unidos de RP para su reciclaje y reutilización: pasó de poco más de 158.5 miles a 1.08 millones de toneladas (Figura 7.19). Del total de las importaciones, 98.3% del volumen correspondió a residuos sólidos y acumuladores y el restante 1.7% a residuos líquidos, llantas y tambores (Figura 7.20).

Por su parte, entre 1996 y 2011, los RP que entraron en la categoría de retorno acumularon un total de 1.11 millones de toneladas, con un promedio anual de poco más de 69.6 mil toneladas. En el caso de las exportaciones, sumaron en el mismo periodo poco más de 330 mil toneladas, con un promedio anual de 19 421 toneladas

**Movimiento transfronterizo de RP entre México y los Estados Unidos, 1995 - 2011** **Figura 7.19**



**Notas:**

<sup>1</sup> No se incluyen los recortes de perforación del periodo de 1998-2007.

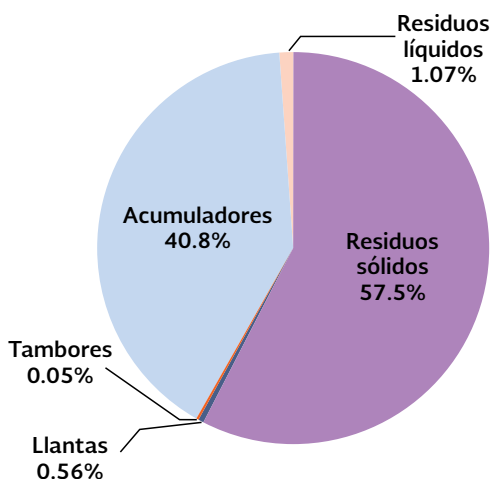
<sup>2</sup> El retorno de RP ocurre cuando se importan de manera temporal productos, equipos, maquinaria en cualquier otro insumo que será manufacturado, reciclado, reprocesado y que generan residuos peligrosos que deberían retornarse al país de origen.

**Fuente:**

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

## Importación de RP de Estados Unidos, por tipo, 1995 - 2011

Figura 7.20



**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

(Cuadros [D3\\_RESIDUOP01\\_02](#); [D3\\_RESIDUOP01\\_03](#) y [D3\\_RESIDUOP01\\_04](#)).

En el caso de las exportaciones, del periodo 1995-2011, el mayor volumen correspondió a los recortes de perforación<sup>6</sup> (3 909 473 toneladas; 92.2% del total exportado), seguidos por los residuos sólidos (251 796, 5.9%), residuos hexaclorados (26 725; 0.6%) y baterías (22 897; 0.5%; Figura 7.21; Cuadros [D3\\_RESIDUOP01\\_02](#) y [D3\\_RESIDUOP01\\_03](#)).

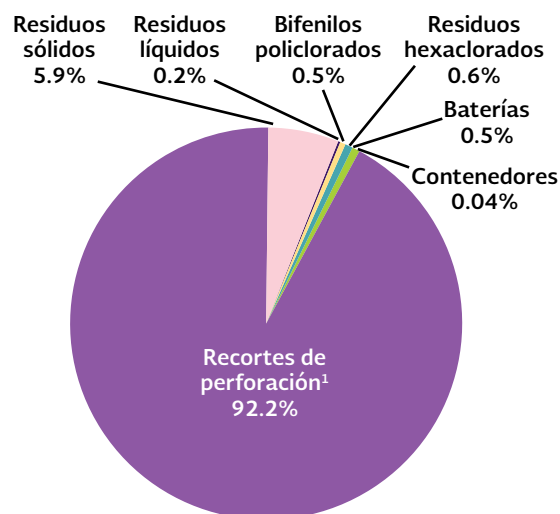
En el caso de los movimientos transfronterizos de RP con otras naciones, durante el periodo 2003-2011 se otorgaron 69 autorizaciones de importación de RP con Canadá, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Panamá, Puerto Rico, Brasil y Argentina, con un volumen de 152 624 toneladas, de las cuales 126 750 (83%) correspondieron a acumuladores eléctricos usados, 22 531 (14.8%) a lodos con alto contenido de cobre, 3 117 (2%) a polvos de plomo antimoniales y 226 (0.15%)

a aceites usados, convertidores catalíticos de autos y baterías agotadas (DGGIMAR, Semarnat, 2012).

En relación a las exportaciones de RP para el mismo periodo, se otorgaron 114 permisos de exportación a Alemania, Austria, Canadá, Corea, España, Francia, Finlandia y Suiza, con un volumen de 75 703 toneladas, de las cuales 42 799 (56.5%) correspondieron a catalizadores gastados a base de níquel, 23 400 (30.9%) a material contaminado con sal del ácido 2, 4 Diclorofenoxiacético, 5 126 (6.8%) a sólidos y líquidos contaminados con bifenilos policlorados y 4 378 (5.8%) que incluyen acumuladores usados, compuestos organoclorados con hexano, residuos de antidetonante de plomo y desechos de baterías de litio, entre otros (DGGIMAR, Semarnat, 2012).

## Exportación de RP de Estados Unidos, por tipo, 1995 - 2011

Figura 7.21



**Nota:**

<sup>1</sup> Los datos sólo cubren el periodo 1998-2007; a partir de ese último año Pemex dejó de reportar los valores de exportación de ese rubro.

**Fuente:**

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

<sup>6</sup> Los datos sobre la exportación de recortes de perforación sólo cubren el periodo 1998-2007; a partir de ese último año Pemex dejó de reportar los valores de exportación para ese rubro.

## MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos pueden manejarse y/o disponerse de manera segura de distintas formas: a) por el reciclaje y reuso previo a su tratamiento y disposición final, b) por medio del tratamiento que reduce su peligrosidad, c) por su incineración bajo condiciones controladas, y d) por su confinamiento en sitios adecuados para ello. Para llevar a cabo estos procesos, los residuos deben transportarse previamente y de manera segura desde sus sitios de origen hasta las instalaciones donde serán manejados o dispuestos para su confinamiento. A nivel de entidad federativa, en 2011 los únicos con infraestructura autorizada para la recolección y transportación de RP fueron el Distrito Federal (500 t; 66.5% de la infraestructura total), estado de México (246 t; 32.7%), Nuevo León (4 t; 0.5%) y Jalisco (2 t; 0.3%; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_17](#)).

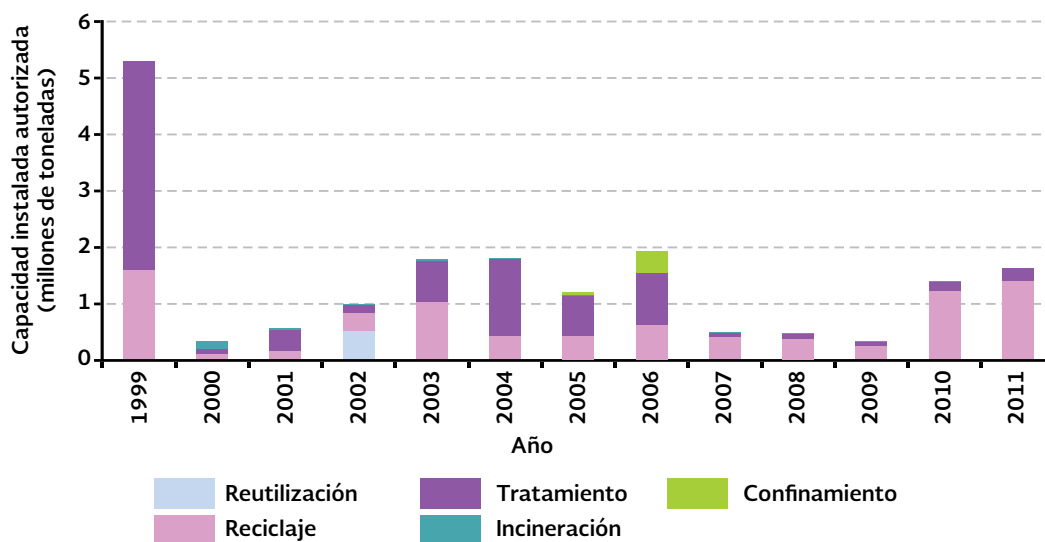
Entre la recolección de los RP y su tratamiento o disposición final puede requerirse el llamado almacenamiento temporal o acopio de residuos, en el cual permanecen almacenados un tiempo en espera de ser llevados a su

siguiente fase de manejo, conforme a los tiempos que marca la LGPGIR. Debido a que las instalaciones autorizadas para llevar a cabo el almacenamiento temporal de los residuos no reportan el volumen anual alcanzado de almacenamiento, se reporta la capacidad instalada autorizada. En 2011 existían cuatro instalaciones autorizadas para el almacenamiento temporal de RP, con una capacidad instalada de 10 198 toneladas; estas plantas se encontraban en el estado de México (3 instalaciones, 198 toneladas de capacidad) y en Nuevo León (una instalación, 10 000 toneladas; [Cuadro D3\\_RESIDUOP01\\_16](#)).

Con respecto al manejo de los RP, la capacidad instalada autorizada para el reciclaje, aprovechamiento, reutilización, tratamiento, incineración y confinamiento en el periodo 1999-2011 se muestra en la Figura 7.22. La capacidad instalada debe entenderse como el volumen de manejo de RP, en alguna de sus modalidades, que la Semarnat autoriza a las empresas que solicitan realizarlo. Por lo anterior, no debe confundirse con el volumen real de RP que se reciclan, tratan, reutilizan, incinera o confinan, puesto que las plantas

**Capacidad instalada autorizada para el reciclaje, reutilización, tratamiento, incineración y confinamiento de RP, 1999 - 2011**

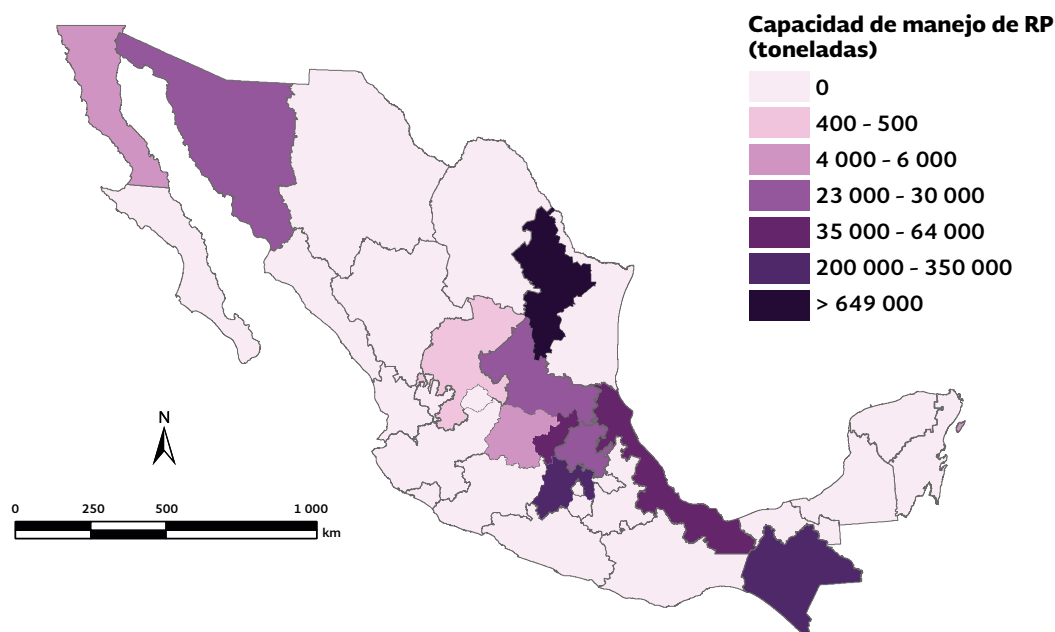
**Figura 7.22**



**Fuente:**

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.





**Nota:**  
<sup>1</sup> Sólo incluye reciclaje, tratamiento e incineración.

**Fuente:**  
 Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

de las empresas autorizadas podrían no operar al total de su capacidad. En 2011, la capacidad autorizada instalada alcanzó poco más de 1.6 millones de toneladas, correspondiendo exclusivamente a reciclaje (1.4 millones; 86.5% del total) y tratamiento (216 mil; 13.5%).

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

7.9; [Cuadros D3\\_RESIDUOP01\\_07, 08, 09, 15, 16](#) y [RESIDUOP01\\_10\\_D](#)).

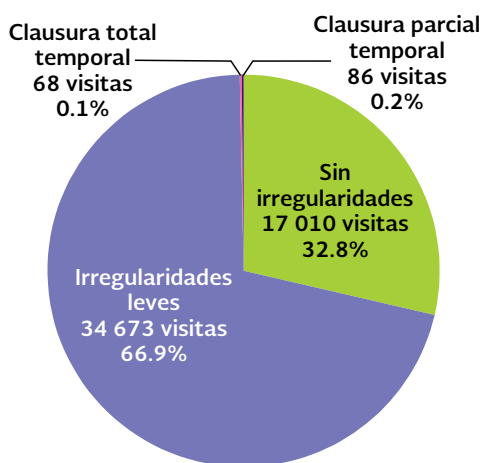
La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) aplica programas de inspección y vigilancia para verificar el cumplimiento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la cual obliga a los generadores y gestores de RP a manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada (DOF, 2003). Por medio de las visitas de inspección se identifican irregularidades, se dictan medidas correctivas y se imponen clausuras en caso de presentarse irregularidades graves que representen un riesgo inminente al equilibrio ecológico, 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 el periodo 2001-2010 se realizaron 51 837 visitas<sup>7</sup> a los establecimientos registrados

<sup>7</sup> Se puede realizar más de una visita de inspección a los establecimientos generadores de RP.

como generadores de residuos peligrosos, de las cuales 17 010 visitas no presentaron irregularidades (32.8%), 34 673 presentaron irregularidades leves (66.9%), 86 tuvieron clausuras parciales temporales (0.2%) y 68 clausuras totales temporales (0.1%; Figura 7.23; Profepa, 2011).

En el caso de los residuos biológico-infecciosos, en 2003 entró en vigor la norma oficial mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, referente al manejo interno, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos biológico-infecciosos en establecimientos donde se brinda atención médica y donde se realizan trabajos de investigación (Profepa, 2008). Entre 2001 y 2010 se realizaron 7 333 visitas de inspección y verificación a estos establecimientos<sup>8</sup>, de los cuales 2 358 presentaron total cumplimiento de la normatividad (32.2%), 4 965 (67.7%) presentaron infracciones menores y sólo 10 casos (0.1%) merecieron clausuras debidas a condiciones inadecuadas para el manejo de estos residuos (Figura 7.24; Profepa, 2002, 2009 y 2011).

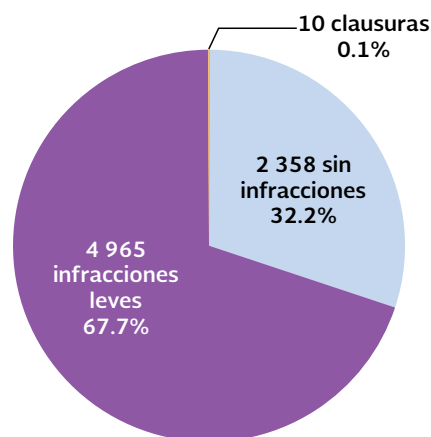
**Resultado de las visitas de inspección en materia de RP, 2001 - 2010** **Figura 7.23**



**Fuentes:**  
Profepa, Semarnat. *Informes Anuales Profepa 2008 y 2010*. México. 2009 y 2011.

**Resultado de las visitas de inspección<sup>1</sup> en materia de RP biológico-infecciosos, 2001 - 2010**

**Figura 7.24**



**Nota:**  
<sup>1</sup> Son las que se realizan a unidades de servicios médicos y hospitalarios, incluyendo clínicas, laboratorios y centros de investigación.

**Fuentes:**  
Profepa, Semarnat. *Informes Anuales Profepa 2008, 2010*. México. 2009 y 2011.

Por su parte, el sector de las maquiladoras recibió entre 2001 y 2010 un total de 4 740 visitas, de las cuales en 1 698 no se establecieron infracciones (35.8%), 3 025 tuvieron infracciones leves (63.8%) y sólo en 17 casos (0.4%) se recibieron clausuras por problemas en el manejo de los residuos (Figura 7.25).

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

En México se contemplan diversos reglamentos para la normatividad, prevención y gestión integral de los residuos (ver también el Recuadro *Regulación ambiental para los residuos en el país*).

En la aplicación de la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de todos los sectores en la prevención y gestión integral

<sup>8</sup> Las actividades de inspección se realizan en unidades de servicios médicos y hospitalarios, incluyendo clínicas, laboratorios y centros de investigación.

de los residuos, existen instrumentos que contemplan tanto la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como las leyes locales (Distrito Federal y Guadalajara), entre los que destacan cuatro instrumentos. El primero de ellos son 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 éstos 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).

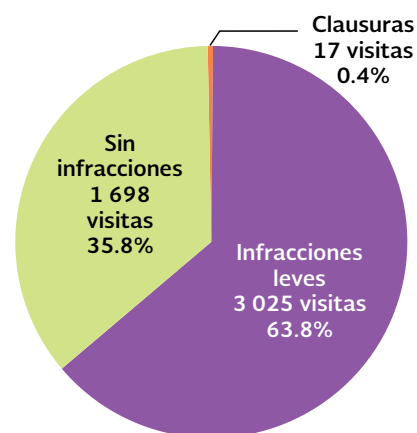
En segundo lugar están los inventarios, que sirven como apoyo a la toma de decisiones para reducir la generación, así como proporcionar a quien genere, recolecte, trate o disponga finalmente los residuos sólidos, los indicadores acerca de su estado físico y propiedades. Los tres órdenes de gobierno deben 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 están los programas para la separación de los residuos, en orgánicos e inorgánicos, tanto en domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, así como en instituciones públicas y privadas, centros educativos, dependencias gubernamentales y similares y su depósito en contenedores para su recolección o reciclaje por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

Por último deben mencionarse los planes de manejo de los residuos sólidos, a través de los cuales los generadores (sean del sector público, privado o social) deberán adoptar medidas para reducir la generación de los

## Resultados de las visitas de inspección en materia de RP a la industria maquiladora, 2001 - 2010

Figura 7.25



### Fuentes:

Profepa, Semarnat. *Informes Anuales Profepa 2007, 2008 y 2010.* México. 2008, 2009 y 2011.

RSU y RP, aprovechar aquellos susceptibles de reutilización, reciclado o de transformación en energía, y para tratar o confinar aquellos que no se puedan valorizar. En la problemática del manejo de los residuos están involucradas diversas instancias, cuyas atribuciones se resumen en la Tabla 7.2.

## RIESGO AMBIENTAL

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el Capítulo V, Artículo 146, señala que para la clasificación de las “actividades altamente riesgosas” se deberán tomar en cuenta “...las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB) para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento” (LEGEEPA, 2012).

El riesgo ambiental se define como la probabilidad de que ocurran accidentes

En materia de regulación para los residuos municipales, de manejo especial y peligrosos, se tienen en el país 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 a 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.

Entre los principales objetivos del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 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 están contenidas en las normas que establecen las medidas para lograr un manejo seguro de los tres tipos de residuos y a la vez fijan límites de exposición para reducir su volumen y peligrosidad. Entre las principales normas 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-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación (DOF, 29-03-2005).

- 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).
- 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, Protección ambiental -fabricación de cemento hidráulico- niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera (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).

- NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros (DOF, 30-08-2011).
- NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. (DOF, 13-09-2004).
- NOM-145-SEMARNAT-2003, Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables. (DOF, 27-08-2004).
- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. (DOF, 17-02-2003).
- NOM-058-SEMARNAT-1993, Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. (DOF, 10-12-2001).
- NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. (DOF, 22-10-1993).
- NOM-053-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. (DOF, 23-04-1993).

mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar adversamente a la población, los bienes, al ambiente y los ecosistemas. Una actividad se considera como altamente riesgosa (AAR) cuando maneja alguna de las sustancias químicas incluidas en el Primer y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992, respectivamente (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. De esta manera, quienes realizan actividades consideradas altamente riesgosas de acuerdo a lo establecido en el Primer y Segundo Listados, deberán formular y presentar ante la Semarnat un estudio de riesgo ambiental (ERA) cuyo objetivo principal es identificar, jerarquizar y evaluar los riesgos por el manejo de materiales peligrosos en las instalaciones, anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones, de manera tal que éstas puedan prevenirse o mitigarse.

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.

**Fuente:**

INE, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México. 2006.

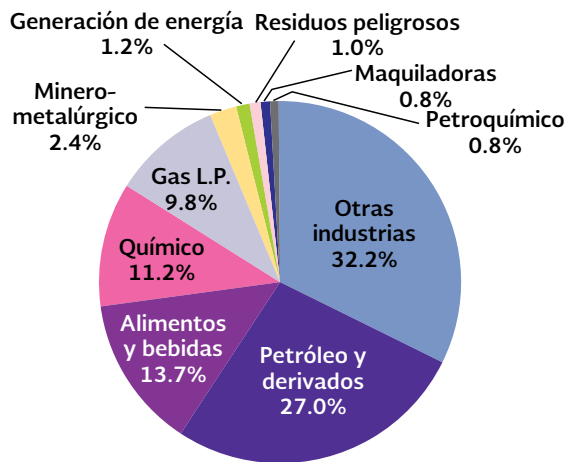
En el periodo comprendido entre 1992 y 2011, se ingresaron un total de 8 968 ERA, de los cuales el sector petrolero y sus derivados ingresaron el mayor número (2 417 estudios; 27% del total del periodo), seguido por el de alimentos y bebidas (1 230; 13.7%), el químico (1 000; 11.2%) y el del gas LP (877; 9.8%; Figura 7.26). A nivel estatal, Veracruz ingresó en el mismo periodo el mayor número de ERA (739; 8.2% del total de estudios), seguido por Tabasco (722, 8.1%), estado

de México (686; 7.6%) y Tamaulipas (663, 7.4%; Mapa 7.9); en contraste, los estados que menos estudios presentaron fueron Baja California Sur (42 estudios; 0.5%), Nayarit (69; 0.8%) y Zacatecas (81; 0.9%; Mapa 7.10; [Cuadro D3\\_RESIDUOP02\\_05](#)).

Los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) establecen las medidas preventivas, correctivas, de control, de mitigación y de atención en el caso

## Estudios de riesgo ambiental ingresados por tipo de industria, 1992 - 2011

Figura 7.26



**Fuente:**  
Dirección General Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

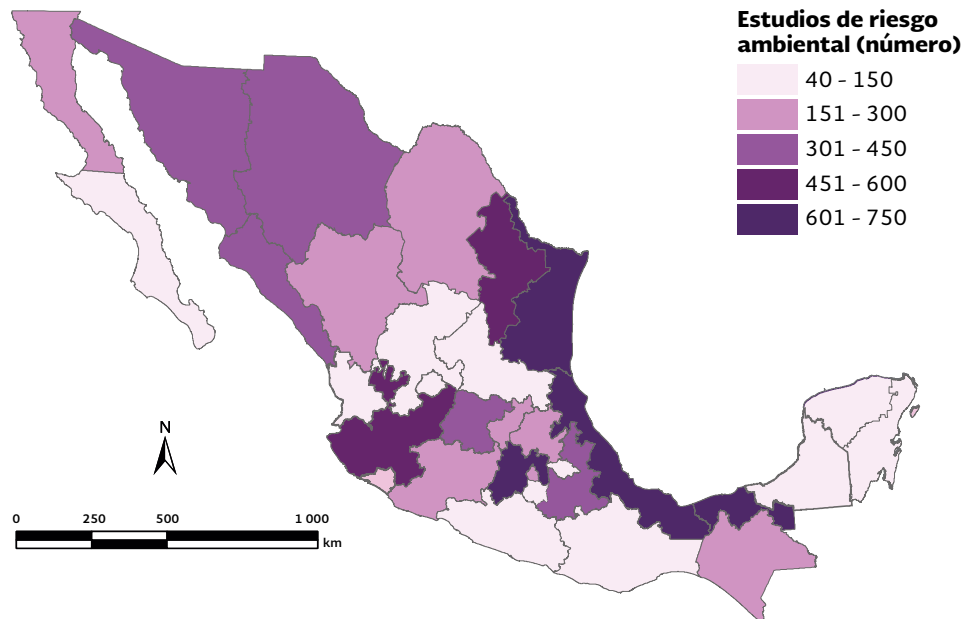
de presentarse algún accidente en las instalaciones que realizan actividades altamente riesgosas. Se vinculan estrechamente a sus respectivos ERA, los cuales sirven de sustento técnico para su elaboración. Durante el periodo comprendido entre 2007 y 2012, de los 1 906 Programas de Prevención de Accidentes de Plantas en Operación que se ingresaron a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), 1 578 (82.8%) fueron autorizados y 104 fueron negados<sup>9</sup> (5.5%; Figura 7.27; [Cuadro D3\\_RESIDUOP02\\_04](#)).

## SITIOS CONTAMINADOS

El proceso de industrialización que se produjo en el país durante el siglo pasado sin la existencia, en sus etapas iniciales, de un marco normativo

## Estudios de riesgo ambiental ingresados de plantas de operación<sup>1</sup> por entidad federativa, 1992 - 2011

Mapa 7.10



**Nota:**  
<sup>1</sup> Son aquellas plantas que se encuentran en operación y que realizan actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas.

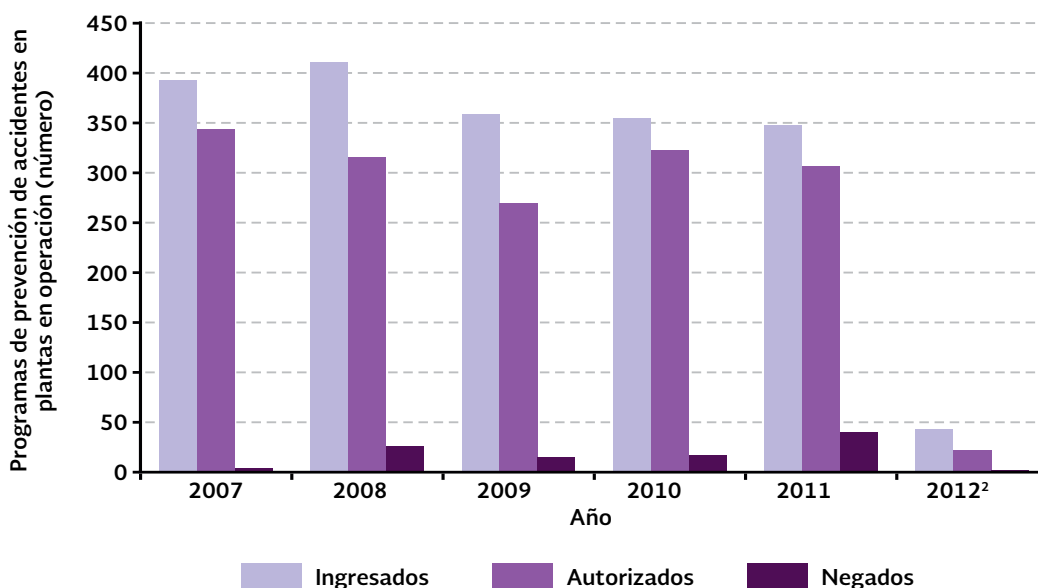
**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

<sup>9</sup> El número de programas autorizados y negados no necesariamente es igual al número de ingresados debido a que, como resultado de la evaluación de que son objeto, puede haberseles solicitado información adicional, se desecharon por no entregar la información en tiempo, se dieron de baja o se estableció que no son de competencia federal.



## Número de programas<sup>1</sup> de prevención de accidentes de plantas en operación, 2007 - 2012

Figura 7.27



### Notas:

<sup>1</sup> El número de programas autorizados y negados no necesariamente es igual al número de ingresados debido a que, como resultado de la evaluación de que son objeto, puede haberseles solicitado información adicional, se desecharon por no entregar la información en tiempo, se negó su autorización, se dieron de baja o se estableció que no son de competencia federal.

<sup>2</sup> Datos a enero.

### Fuente:

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

específico que regulara y vigilara el manejo y derrame de materiales y residuos peligrosos dejó como resultado la presencia de 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.

Es competencia del gobierno federal regular y controlar la generación, manejo y disposición final de materiales y RP, incluyendo de manera específica las responsabilidades, procedimientos y condiciones para la remediación de sitios contaminados. Cuando es necesaria, la remediación tiene como objetivo fundamental eliminar o reducir la contaminación hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el medio ambiente, permitiendo su uso de acuerdo a la regulación del uso del suelo y los

programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo aplicables.

La Semarnat clasifica los sitios contaminados en dos tipos: por un lado, los denominados pasivos ambientales, de grandes dimensiones y con obligación de remediación, con problemas causados por el uso industrial del suelo y el manejo inadecuado de los RP que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de los contaminantes. Esta categoría incluye además la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos a largo plazo sobre el medio ambiente. En segundo lugar se encuentran los sitios contaminados causados por emergencias ambientales (EA), cuya atención ocurre cuando la contaminación del sitio deriva de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurre repentinamente y que tiene como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales o RP que afectan la

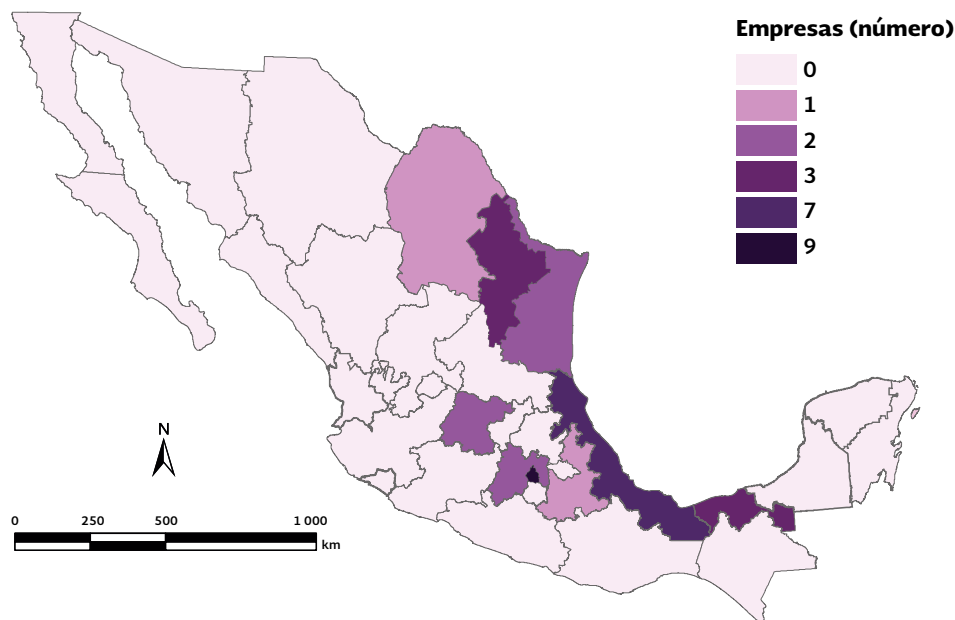
salud humana o el medio ambiente de manera inmediata (Semarnat, 2011).

Con el fin de dar tratamiento a los pasivos y emergencias ambientales, en 2011 el país contaba con 30 empresas autorizadas para el tratamiento de suelos contaminados. A nivel de entidad federativa, las que contaban con un mayor número en ese año eran el Distrito Federal (con 9 empresas), Veracruz (7) y Tabasco y Nuevo León (con 3 cada una; Mapa 7.11; [Cuadro D3\\_SITIOS01\\_01](#)).

Durante el periodo 2008-2011, se identificaron 514 sitios contaminados por emergencias ambientales, cuyos responsables involucrados en mayor porcentaje fueron los transportistas con 379 emergencias (73.6% del total registrado), seguidos por Pemex con 100 (19.5%) y por los ferrocarriles (8; 1.6%; Figura 7.28; Semarnat, 2011; [Cuadro D3\\_SITIOS02\\_02](#)).

### Número de empresas autorizadas para el tratamiento de suelos contaminados por entidad federativa, 2011

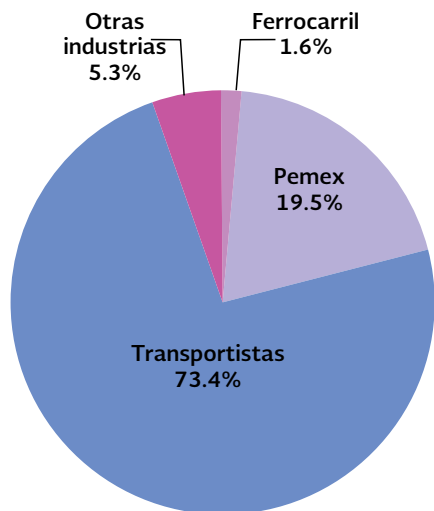
Mapa 7.11



**Fuente:** Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

**Sitios contaminados por emergencias ambientales, según responsables involucrados, 2008 - 2011**

Figura 7.28



**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

Los contaminantes involucrados en emergencias ambientales para este mismo periodo fueron en primer lugar los hidrocarburos: la gasolina magna con 146 emergencias, le sigue el diesel con 119, el combustóleo con 80, la turbosina con 29 y otros contaminantes como ácidos y bases con 30 (Figura 7.29; Semarnat, 2011; Cuadro D3\_SITIOS02\_01).

**PASIVOS AMBIENTALES**

La Semarnat realiza diversas acciones para la gestión de los pasivos ambientales, entre las que se encuentran la evaluación de los programas de remediación de sitios contaminados, que busca determinar las acciones necesarias para eliminar los impactos negativos al medio ambiente debidos a la contaminación por materiales y RP. Los proyectos de remediación de sitios contaminados los lleva a cabo por sí misma o en colaboración con otras instancias como los gobiernos estatales. Con objeto de

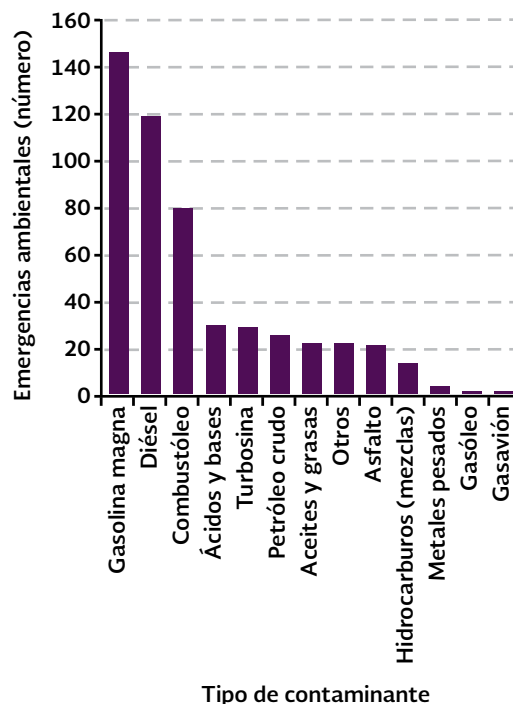
conocer y registrar a nivel nacional los sitios contaminados considerados como pasivos ambientales, la Semarnat ha implementado el Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO; Semarnat 2011).

Para el periodo 1995-2000, el SISCO tenía identificados 166 sitios contaminados registrados con materiales o RP; para el año 2011 ya se tenían registrados 582 sitios. El sistema ha sido una valiosa herramienta que ha permitido identificar los sitios contaminados y priorizarlos según su riesgo, con base en una evaluación de riesgo ambiental preliminar. Para el 2011, las entidades con mayor presencia de sitios identificados como contaminados fueron Veracruz (69 sitios), Querétaro (58), Guanajuato (48), estado de México (35), Michoacán (34) y Aguascalientes (31; Mapa 7.12; IB 5-3; Cuadro D3\_SITIOS03\_01).

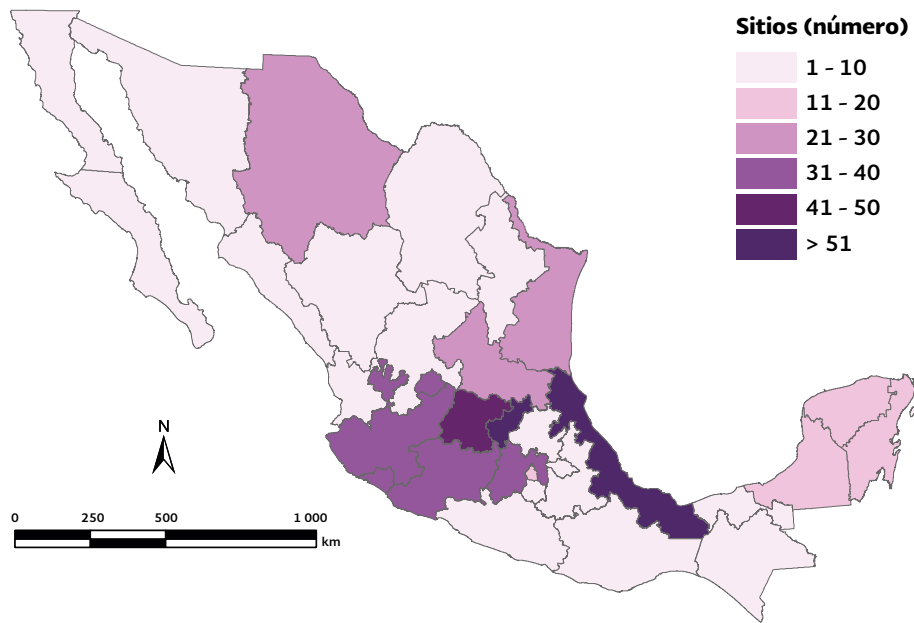


**Contaminantes involucrados en emergencias ambientales 2008 - 2011**

Figura 7.29



**Fuente:**  
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.



**Fuente:** Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Semarnat. México. 2012.

## 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.

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Semarnat. México. 2008, 2009, 2011 y 2012.

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 de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México. 1988. (Última reforma 4 junio 2012).

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

DOF. NMX-AA-61-1985 *Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación de la Generación*. México. 1985 (8 de agosto).

INE, Semarnat e IPN. *Diagnóstico sobre la generación de residuos electrónicos en México*. Informe final. México. 2007.

INE, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México. 2006.

INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. México. 2013.

INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas de Bienes y Servicios 2003-2006, Base 2003*. Tomo I y II. México. 2008.

INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Disponible en: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/Consultar>. Fecha de consulta: marzo de 2012.

INEGI. *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011 (CNGMD)*. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos. Aguascalientes. México. 2012.

IPN. *Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México*. México. 2007.

OCDE. *Environmental Indicators. Towards Sustainable Development*. France. 2010.

OECD. *OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics*. OECD Publishing. 2013. Disponible en: [www.oecd.org/publications/factbook\\_18147364](http://www.oecd.org/publications/factbook_18147364). Fecha de consulta: febrero de 2013.

Profepa, Semarnat. *Informe Anual Profepa 2010*. México. 2011.

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. *Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por electrodomésticos al final de su vida útil*. México. 2010.



SNIARN

