



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL – RESIDUOS SÓLIDOS

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA MERCADOS PÚBLICOS  
CASO ESTUDIO: CENTRAL DE ABASTO

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

P R E S E N T A:

I. A. CAROLINA SILVA CHÁVEZ

**TUTOR:**

DR. MA. NEFTALÍ ROJAS VALENCIA, INSTITUTO DE INGENIERÍA

**COMITÉ TUTOR:**

DR. ALFONSO DURÁN MORENO, FACULTAD DE QUÍMICA

DRA. GEORGINA FERNÁNDEZ VILLAGÓMEZ, FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX. OCTUBRE DEL 2016.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.C. Constantino Gutiérrez Palacios

Secretario: Dr. Alfonso Durán Moreno

Vocal: M.A.I. Landy Irene Ramírez Burgos

1<sup>er</sup>. Suplente: Dra. Georgina Fernández Villagómez

2<sup>do</sup>. Suplente: Dra. Ma. Neftalí Rojas Valencia

**Lugar donde se realizó la tesis:** Coordinación de Ingeniería Ambiental, Instituto de Ingeniería y mercados públicos tradicionales de la Ciudad de México.

**TUTOR DE TESIS:**

DRA. MA. NEFTALÍ ROJAS VALENCIA

-----

## *Dedicatoria*

A mi madre. Gracias por todo. No tengo palabras para expresar lo agradecida y orgullosa que estoy de ser tu hija. Gracias por tu motivación, apoyo y cariño incondicional.

A mi hermana, por ser el mejor ejemplo de fortaleza y persistencia. Por ser de mis mayores motivaciones en la vida. Te quiero mucho.

A David Buentello por ser esa voz que me animaba en momentos de estrés. Gracias por tu apoyo incondicional y por creer siempre en mí.

A Carlos. Gracias por motivarme a querer superarme y ser mejor. Sin ti, no lo hubiera logrado.

A mis amigos: Jorge Pólito, Zulma Otálora, Mayanin Ramírez, Lizbeth Cruz y Martin Gómez con los cuales compartí gran cantidad de triunfos y desvelos que enriquecieron tanto mi vida personal como profesional. Después de tanto esfuerzo... ¡Lo logramos!

## *Agradecimientos*

A mi asesora, la Dra. Ma. Nefthalí Rojas Valencia, por creer siempre en mí y motivarme a ser la mejor versión de mi misma.

A mi comité tutorial, la Dra. Georgina Fernández Villagómez y el Dr. Alfonso Durán Moreno por sus valiosas aportaciones, como también al M.I. Constantino Gutiérrez Palacios y la M.A.I. Landy Irene Ramírez Burgos por sus consejos y palabras de aliento.

Al Lic. Ricardo Estrada Núñez (DGSU), por su colaboración y apoyo en la elaboración del plan de manejo.

Al M.I. Jesús Hernández López (SEMARNAT), por su valioso tiempo para la revisión del PM.

Al Geol. Ernesto Jiménez Velázquez (SEDEMA), por su tiempo para la revisión y aprobación del plan de manejo.

A la Facultad de Veterinaria, UNAM por su apoyo y conocimientos compartidos.

Al departamento de carpintería del IINGEN, UNAM por su apoyo en la construcción de los deshidratadores solares.

A CONACyT, al IINGEN y a UNAM por apoyarme a que este trabajo de tesis fuese posible.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación .....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Alcances.....	4
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
2.1 Nivel nacional.....	5
2.2 Nivel internacional.....	8
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
3.1 Residuos sólidos urbanos.....	11
3.2 Clasificación de residuos y generadores .....	16
3.3 Mercados Públicos.....	18
3.1.1 Clasificación de mercados públicos .....	19
3.4 Etapas de manejo integral de los residuos sólidos .....	24
3.4.1 Generación .....	25
3.4.2 Almacenamiento .....	26
3.4.2 Recolección .....	34
3.4.3 Transporte.....	35
3.4.4 Reciclaje .....	35
3.5 Niveles socioeconómicos en la Ciudad de México .....	37
3.6 Marco legal .....	38
3.6.1 Regulación de residuos de manejo especial en México .....	40
3.6.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente .....	41
3.6.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....	42

3.6.4	Reglamento de la LGPGIR .....	43
3.7	Planes de manejo integral .....	43
3.7.1	Legislación: NOM-161-SEMARNAT-2011 .....	44
3.7.2	Planes de manejo para RME .....	47
3.7.3	Descripción de puntos para la elaboración de un Plan de Manejo .....	49
3.8	Deshidratación solar como tratamiento para la fracción orgánica .....	52
3.9	Radiación solar en México.....	59
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>61</b>
4.1	Etapa 1. Análisis bibliográfico .....	62
4.2	Etapa 2. Delimitación del universo de estudio .....	63
4.3	Etapa 3. Trabajo de campo .....	63
4.4	Etapa 4. Propuesta de alternativas para la elaboración del Plan de Manejo para mercados públicos.....	65
4.5	Etapa 5. Propuesta de tecnología para la fracción orgánica y elaboración de guía de concientización para mercados públicos. ....	65
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>72</b>
5.1	Revisión bibliográfica.....	72
5.2	Mercados públicos de la Ciudad de México .....	72
5.3	Estudios de generación .....	73
5.4	Estudio de generación de la Central de Abasto.....	80
5.5	Aplicación de cuestionarios a locatarios .....	82
5.6	Propuesta de Plan de Manejo para mercados públicos.....	87
5.7	Propuesta de tecnología no convencional para mercados públicos .....	107
5.8	Guía de concientización ambiental .....	113
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>126</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>128</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>130</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Definición de residuos sólidos de distintas fuentes .....	11
<b>Tabla 3.2</b> Fuentes de origen de residuos sólidos en la Ciudad de México .....	14
<b>Tabla 3.3</b> Clasificación de residuos de manejo especial .....	17
<b>Tabla 3.4</b> Tipo de mercados según su giro .....	22
<b>Tabla 3.5</b> Generación promedio de RME en México.....	25
<b>Tabla 3.6</b> Características de los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos.....	29
<b>Tabla 3.7</b> Tipo de contenedores para residuos sólidos.....	32
<b>Tabla 4.1</b> Materiales y herramientas para la construcción de los deshidratadores solares tipo armario .....	66
<b>Tabla 5.1</b> Residuos que se generan en mayor cantidad dentro del mercado .....	85
<b>Tabla 5.2</b> Generación de residuos por fuente generadora .....	93
<b>Tabla 5.3</b> Composición física promedio de RS en la CEDA.....	94
<b>Tabla 5.4</b> Características de residuos sólidos generados en la CEDA .....	95
<b>Tabla 5.5</b> Especificaciones para la separación de residuos.....	101
<b>Tabla 5.6</b> Residuos susceptibles de ser aprovechados .....	102
<b>Tabla 5.7</b> Resultados de análisis de química proximal en residuos de cítricos.....	111
<b>Tabla 5.8</b> Valor total de levaduras en residuos cítricos (UFC/g) .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Procedimiento oficial para la separación y recolección selectiva de residuos en mercados públicos .....	6
<b>Figura 3.1</b> Generación de residuos sólidos para algunas delegaciones de la Ciudad de México .....	13
<b>Figura 3.2</b> Composición física de residuos sólidos de la Ciudad de México .....	15
<b>Figura 3.3</b> Mercado ambulante en Coyoacán.....	19
<b>Figura 3.4</b> Mercado tradicional de Coyoacán .....	20



<b>Figura 3.5</b> Mercado especializado "Sonora" .....	21
<b>Figura 3.6</b> Categorías de mercados públicos por número de locales .....	23
<b>Figura 3.7</b> Etapas de un manejo integral de residuos sólidos.....	24
<b>Figura 3.8</b> Vehículo de recolección de residuos sólidos de carga trasera .....	27
<b>Figura 3.9</b> Contenedor típico dentro de mercados públicos .....	31
<b>Figura 3.10</b> Jerarquización de componentes de la regulación de RME en México...	39
<b>Figura 3.11</b> Generación de RME .....	41
<b>Figura 3.12</b> Modelo de economía circular.....	45
<b>Figura 3.13</b> Empresa y consumidor empleando un Plan de Manejo.....	48
<b>Figura 3.14</b> Deshidratador solar de tipo armario.....	54
<b>Figura 3.15</b> Deshidratador solar directo.....	55
<b>Figura 3.16</b> Deshidratador solar tipo carpa.....	56
<b>Figura 3.17</b> Deshidratador solar tipo armario.....	57
<b>Figura 3.18</b> Deshidratador solar tipo túnel.....	58
<b>Figura 3.19</b> Radiación solar mínima en México .....	59
<b>Figura 3.20</b> Radiación solar máxima en México .....	60
<b>Figura 4.1</b> Diagrama de flujo de la metodología .....	62
<b>Figura 4.2</b> Forrado de las tablas de madera con PEHD negro .....	67
<b>Figura 4.3</b> Deshidratador solar en proceso de fabricación con bastidores .....	68
<b>Figura 4.4</b> A) Chimenea para la salida del aire B) Malla mosquitera para evitar la entrada de mosquitos o insectos C) Forrado y terminado del deshidratador solar....	69
<b>Figura 4.5</b> Residuos de cítricos a deshidratar con energía solar .....	69
<b>Figura 4.6</b> Deshidratadores solares con cáscaras de cítricos.....	70
<b>Figura 4.7</b> Medición de temperatura y radiación solar en deshidratador solar .....	71
<b>Figura 5.1</b> Número de mercados públicos tradicionales por rango de locales.....	73
<b>Figura 5.2</b> Almacenamiento temporal de RS del Mercado Xóchitl.....	74
<b>Figura 5.3</b> Sitio de disposición final de fracción orgánica en el Mercado Coyoacán. 75	
<b>Figura 5.4</b> Subproductos del Mercado Xóchitl .....	76
<b>Figura 5.5</b> Subproductos de Mercado Coyoacán.....	77
<b>Figura 5.6</b> Cartones apilados para venta a reciclaje .....	78
<b>Figura 5.7</b> Residuos alimenticios del Mercado Coyoacán .....	79

<b>Figura 5.8</b> Residuos generados en la CEDA .....	81
<b>Figura 5.9</b> Residuos sólidos.....	83
<b>Figura 5.10</b> Programas de reúso, aprovechamiento o reciclaje.....	84
<b>Figura 5.11</b> Tipos de residuos generados en los locales .....	85
<b>Figura 5.12</b> Pago por tonelada de RS .....	87
<b>Figura 5.13</b> Esquema para la formulación del Plan de Manejo para RS .....	91
<b>Figura 5.14</b> Áreas de generación de residuos de la Central de Abasto.....	92
<b>Figura 5.15</b> Participantes en la propuesta de Plan de Manejo para mercados públicos .....	99
<b>Figura 5.16</b> Temperatura ambiente durante el periodo de medición .....	108
<b>Figura 5.17</b> Temperatura promedio en el interior de los deshidratadores en días soleados .....	109
<b>Figura 5.18</b> Radiación solar en deshidratador solar .....	110

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CEDA	Central de Abasto.
ET	Estación de Transferencia.
GAV	Generadores de alto volumen.
GDF	Gobierno del Distrito Federal.
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
LRSDF	Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.
RLRSDF	Reglamento de Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.
RME	Residuos de manejo especial.
RP	Residuo peligroso.
RS	Residuo sólido.
RSU	Residuos sólidos urbanos.

## RESUMEN

Los mercados públicos son uno de los principales generadores de residuos de manejo especial en la Ciudad de México. De acuerdo a la legislación ambiental mexicana en materia de residuos sólidos, los mercados públicos son generadores de alto volumen y están obligados a instrumentar un Plan de Manejo. Sin embargo, al 2016 no cuentan con ninguno; manejando los residuos mezclados y llevando a cabo una mínima separación en la fuente.

El objetivo principal del presente trabajo fue elaborar una propuesta de plan de manejo para los residuos generados dentro de los mercados públicos, basado en la norma ambiental mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 y lo dictado por la Secretaria del Medio Ambiente en materia de residuos sólidos; la cual pueda ser utilizada como base para cualquier tipo de mercado público. Se planteó una metodología dividida en cinco etapas: investigación sobre el manejo de residuos en mercados públicos, identificación de número, giro y ubicación de éstos, estudios de generación, aplicación de cuestionarios y análisis de un estudio de generación en la Central de Abasto, análisis de resultados y propuesta del Plan de Manejo y finalmente propuesta de tecnología más apropiada para ser utilizada como tratamiento no convencional y elaboración de una guía de concientización ambiental para los locatarios, personal administrativo y público en general sobre el manejo de residuos.

Los resultados mostraron que de los 329 mercados públicos al 2016, ninguno cuenta con un Plan de Manejo. Los cuestionarios aplicados mostraron que no se cuentan con programas de aprovechamiento de residuos y se identificó que la mayor problemática corresponde al almacenamiento temporal de residuos. Los residuos generados en mayor cantidad en la Central de Abasto fueron los siguientes: plástico (106 kg/día), papel periódico (26 kg/día), cartón (40 kg/día) y residuos alimenticios (981 kg/día). Se seleccionaron las alternativas más aptas a incluir en la propuesta de Plan de Manejo como también la deshidratación solar como la tecnología no convencional más viable y de fácil aplicación, para tratar la fracción orgánica generada.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México ocupa el segundo lugar después del Estado México en la generación de residuos sólidos (RS), con aproximadamente 37.5 millones de toneladas/año de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), 84 millones de toneladas/año de Residuos de Manejo Especial (RME), 805 mil automóviles/año al final de su vida útil y 1.9 millones de toneladas/año de Residuos Peligrosos (RP) (INECC/SEMARNAT, 2012), producto de actividades industriales y hábitos de consumo del ser humano.

De acuerdo a la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF, 2003), *los residuos sólidos son aquel material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o se deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.*

En la mayoría de los casos, los RS se convierten en un problema de salud pública por su manejo inadecuado el cual conlleva al deterioro del ambiente. Es por lo anterior, que se debe brindar un manejo apropiado siguiendo la normativa vigente y procedimientos legales para evitar cualquier tipo de afectación a futuro.

En la actualidad, existen herramientas que ayudan a facilitar el manejo de residuos de acuerdo a sus características cómo lo es la norma NOM-161-SEMARNAT-2011. Dicha norma especifica los criterios para la clasificación de los RME y determina cuáles están sujetos a un Plan de Manejo.

Existen generadores de RME que no cuentan con la atención necesaria, a pesar de ser tan comunes por su participación en el comercio. Dichos generadores son los mercados públicos. En la Ciudad de México, los mercados públicos tienen como objetivo vender productos y brindar servicios a la población los cuales satisfacen necesidades básicas. Sin embargo, no se toma en cuenta la problemática ambiental que se produce por el manejo inadecuado de los residuos sólidos generados. Con la

finalidad de disminuir dicha problemática, primero se tiene que conocer y analizar los RS que se generan (es decir, cantidad y composición), mediante estudios de generación y así establecer un Plan de Manejo de RS basado en los instrumentos legales que se adecuen a los mercados públicos. Tales acciones contribuirán a minimizar los impactos ambientales que se producen por el manejo inadecuado de residuos generados dentro de los mercados públicos de la Ciudad de México.

## **1.1 Justificación**

Los mercados públicos según la norma ambiental mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 están considerados, por el volumen de residuos que generan; como generadores de RME. Actualmente dichos residuos son recolectados como RSU. Sin embargo, la normativa ambiental establece que las empresas como las tiendas departamentales o centros comerciales, incluyendo tiendas de autoservicio, centrales de abasto y mercados públicos están sujetos a elaborar su Plan de Manejo. Desafortunadamente, en la Ciudad de México, la gestión de los residuos sólidos en los mercados públicos no cuenta con la suficiente atención en cuanto a su manejo. La falta de concientización por parte de los dirigentes y personal que laboran dentro de los mercados al momento de manejar los residuos ha repercutido en el ambiente. En el mejor de los casos, el manejo que se brinda corresponde a almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, sin considerar ningún tipo de separación primaria ni tratamiento, contribuyendo a la disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios.

Es por lo anterior, que se ha conducido a la búsqueda de métodos que permitan tener como resultado un manejo eficiente para dichos residuos para su máximo aprovechamiento. La meta principal de esta investigación es la propuesta de Plan de Manejo eficiente para cada etapa de su injerencia, desde su generación hasta el tratamiento; basados en estudios de generación y en la norma ambiental mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, y así minimizar los impactos generados por el manejo inadecuado que se ha practicado en los últimos años.

## 1.2 Objetivos

### *General:*

Elaborar una propuesta de Plan de Manejo integral de residuos sólidos para mercados públicos de la Ciudad de México, que incluya el uso de una tecnología no convencional viable la cual pueda ser integrada fácilmente y además, aporte a la disminución de impactos ambientales.

### *Particulares:*

1. Realizar una investigación bibliográfica sobre estudios y planes de manejo de residuos sólidos para mercados públicos.
2. Identificar número, giros y ubicación de mercados públicos en función de los estratos socioeconómicos.
3. Identificar la composición física y tasas de generación en mercados públicos tradicionales a partir de estudios de generación.
4. Aplicar cuestionarios en mercados públicos para la obtención de información sobre el manejo actual de residuos.
5. Analizar y proponer alternativas para el manejo de los residuos sólidos generados, que puedan ser aplicadas a cualquier tipo de mercado público; tomando como caso estudio la Central de Abasto.
6. Proponer una tecnología no convencional para el tratamiento de los residuos que pueda ser tomada como modelo para cualquier mercado público de la Ciudad de México.
7. Elaborar una guía de concientización ambiental dirigida a los locatarios, personal administrativo y público en general sobre el manejo y disposición adecuada de sus residuos sólidos.

### **1.3 Alcances**

- 1.** La propuesta de Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para Mercados Públicos estará basado en la norma ambiental mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 y lo dictado por la Secretaria del Medio Ambiente en materia de planes de manejo para generadores de alto volumen.
- 2.** Se utilizará como caso estudio la Central de Abasto ubicada en la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México, para llevar a cabo la propuesta de Plan de Manejo.
- 3.** La metodología del estudio y análisis estarán dirigidos para los residuos sólidos que posean características de RME, es decir solo aquellos residuos que se generen en mayor volumen (10 toneladas o más al año).
- 4.** La tecnología no convencional seleccionada será de aplicación para la fracción orgánica generada dentro de los mercados públicos de la Ciudad de México.
- 5.** Los estudios de generación se realizarán en mercados públicos de estrato socioeconómico alto y medio.



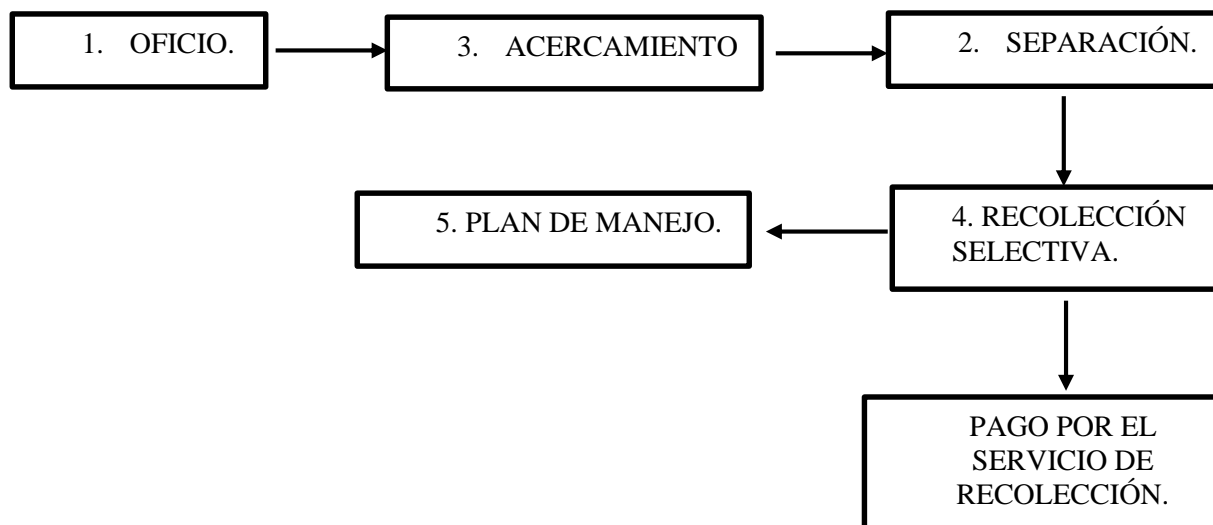
## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Nivel nacional**

El gobierno mexicano ha buscado promover un manejo eficaz y adecuado para los RS con apoyo de la publicación de la norma ambiental mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 mediante la promulgación de planes de manejo y programas tendientes a disminuir su generación y así, fomentar un ciclo de aprovechamiento que considere como última opción la disposición final. Fue por lo anterior, que se han publicado diversas leyes, como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Dicha Ley tuvo su entrada en vigor en el año 2004 e introdujo el término de RME como parte de una nueva clasificación de residuos.

De igual manera, en el año 2006 se creó como complemento de la LRSDF, un procedimiento oficial para la separación y recolección selectiva de RS en mercados públicos de la Ciudad de México (ver figura 2.1). Su finalidad es cumplir con lo establecido en la LRSDF en materia de planes de manejo apoyándose en tres principales instrumentos: el Reglamento de la Ley, la autorización de planes de manejo para generadores de RME, para reúso o reciclaje y en los lineamientos establecidos en el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

El procedimiento reunido de la figura 2.1, es de aplicación para todos los mercados públicos o concentraciones que se encuentran bajo la administración del Gobierno de la Ciudad de México.



**Figura 2.1** Procedimiento oficial para la separación y recolección selectiva de residuos en mercados públicos

*Fuente: LRSDF, 2006.*

En la actualidad, la información referente a planes de manejo en mercados públicos es escasa. Los mercados públicos son uno de los principales establecimientos en la Ciudad de México en donde se generan grandes cantidades de RS diariamente, susceptibles a ser valorizados. Sin embargo, están siendo transferidos directamente a disposición final sin haber considerado tratamientos previos.

López (2014), realizó un Plan de Manejo integral de residuos sólidos para hipermercados en donde tomó caso de estudio una tienda de autoservicio de la empresa Wal-Mart de la Ciudad de México, con el fin de desarrollar un procedimiento para elaborar un Plan de Manejo e implementar su aplicación. López concluyó que es importante contar con la disposición de las partes involucradas en la realización de un Plan de Manejo de residuos para compartir opiniones y agilizar permisos. Así mismo, es de suma importancia realizar estudios de generación para conocer cantidades y composición de los residuos, y así contar con mayor facilidad para la identificación de los tratamientos más adecuados.

El diagnóstico realizado fue suficiente para mostrar la situación actual de los residuos generados y junto con ello, se logró identificar las áreas de oportunidad.

Los aportes de dicha investigación ayudaron a optimizar los métodos para la generación de planes de manejo de los RME en tiendas de autoservicio, dar a conocer los beneficios y la importancia de contar con la disposición por parte del personal para aprovechar los residuos sólidos generados.

Por otro lado, Morales (2011), llevó a cabo un estudio sobre el manejo de RS en la Central de Abasto (CEDA) en la Ciudad de México, en donde el objetivo fue evaluar la situación actual de la generación de RS. Se realizó un diagnóstico y se determinaron tasas de generación. Los resultados mostraron que las áreas en donde existe mayor generación fue en las áreas de frutas y verduras (36%) hortalizas (26%), seguido de abarrotes (11%), jamaiquita (mercado de abarrotes, frutas y verduras) (3%), flores (3%) y finalmente otras zonas indefinidas (21%).

De igual manera, se realizaron estudios sobre la recolección y frecuencia de la llegada de los vehículos recolectores, lo cual indicó que la actividad se concentra en dos turnos, presentándose un comportamiento diferente cada día de la semana. Paralelo a ello, se realizaron estudios de caracterización para conocer la composición física de los RS generados los cuales corresponden a: 73% orgánicos, 15% inorgánicos y 12% jardinería.

Mediante la evaluación del manejo de los RS en la CEDA se favoreció la integración del estudio de aprovechamiento de estos, con el objetivo de ubicar las fuentes de generación y propiciar la mejora en el sistema de recolección y aprovechamiento de los residuos generados mediante los siguientes pasos:

- i. Ubicación de los contenedores y depósitos existentes en la CEDA mediante recorridos físicos por la totalidad de los andenes y pasillos de los diferentes mercados,

- ii. Revisión y monitoreo del contenido de los contenedores *in situ*,
- iii. Ubicación de área de pepenas tanto para alimentos y reciclables,
- iv. Propuesta de programa para la separación de residuos en las distintas áreas,
- v. Aplicación de un programa de educación ambiental hacia los comerciantes,
- vi. Vigilancia de accesos al depósito de disposición final de la CEDA para evitar el ingreso de residuos sólidos domiciliarios y disminuir la contaminación en la fracción orgánica.

Es por lo antes mencionado, que la necesidad de elaborar planes de manejo de RS para mercados públicos es urgente debido a la falta de una estructura definida para los mismos. Al generar un Plan de Manejo, se creará un área más en donde se pueda fomentar el reuso y reciclaje de residuos, se tendrá un manejo adecuado de los mismos y así, se podría llevar a cabo la selección de alternativas viables para su aprovechamiento en donde se logren beneficios económicos para el establecimiento, pero principalmente para el cuidado del ambiente.

## **2.2 Nivel internacional**

Durante las últimas dos décadas, las regulaciones en el manejo de residuos en Europa se han concentrado en la reducción de impactos ambientales provocadas por el tratamiento de residuos y la conservación de recursos. Esto se percibe en la jerarquía de residuos con la que cuentan en donde la prevención de la generación de residuos es la mayor prioridad sobre el reuso, reciclaje, recuperación de recursos y disposición final (Larsen et al., 2010).

En Europa, alrededor del 20% de los RSU son incinerados (Fruergaard et. al., 2010). La incineración de residuos representa la tecnología más utilizada para la recuperación de energía en países como Alemania y Dinamarca, la cual llegó a ser considerada una etapa esencial en el sistema del manejo de residuos (Turconi et. al., 2011). Dinamarca y Alemania corresponden a los países líderes en Europa con respecto a la incineración

de residuos, los cuales han contado con gran éxito evitando disponer sus residuos en rellenos sanitarios (Jensen et. al., 2016).

En la actualidad, Dinamarca tiene 25 incineradoras que procesa residuos provenientes de casa-habitación y sectores productivos, con una capacidad total de alrededor de 4 millones de toneladas por año (DAC, 2014) las cuales proveen alrededor del 5% del total de la demanda energética, representando el 20% del calor total proporcionado a los sistemas de las centrales térmicas y 4.5% de la demanda total energética (CU, 2004).

Dinamarca es un país ambientalmente responsable en su sistema de manejo de residuos y en la incineración de los mismos; la mayoría de los residuos son incinerados (>90%) (DEPA, 2015) y la energía es utilizada para la generación de electricidad y calor.

En el año 2013, el Gobierno Danés decidió modificar su política ambiental en donde se estableció la meta de reciclar el 50% de los residuos para el año 2022 y así reducir la cantidad de residuos destinados a incineración (DG, 2013). Dicha meta, propone las siguientes estrategias:

- i. Se evitará incinerar residuos y tener mayor aprovechamiento de los recursos y valor de los mismos.
- ii. Reducir impactos ambientales producidos por la generación de residuos.
- iii. Se llevará a cabo el reciclaje con mayor calidad evitando mezclar los residuos con sustancias peligrosas.
- iv. Se llevarán a cabo evaluaciones por parte del Gobierno y se apoyará en áreas donde sea necesario.

En el país de Dinamarca no se cuentan con mercados públicos, sin embargo se cuentan con una cantidad considerable de tiendas de conveniencia e hipermercados. En dichos establecimientos, para evitar la generación de residuos orgánicos; el Gobierno Danés puso en marcha el proyecto “*WeFood*”, el cual es un nuevo tipo de

supermercado: consiste en la venta exclusivamente de aquellos productos alimenticios que los hipermercados consideran que no cuentan con la calidad requerida para su venta debido al etiquetado incorrecto, daños en el envase superficial o que ha superado las fechas de caducidad (Pettit, 2016). Aquellos alimentos que de otra manera habrían sido desechados y terminado en rellenos sanitarios.

Por otro lado, el Gobierno Danés incluyó recientemente la tecnología “Aikan” en su sistema de manejo de residuos (DG, 2013). Dicha tecnología, trata los residuos orgánicos para la producción de fertilizante y biogás para la generación de energía y calor a través del compostaje con proceso anaeróbico (Bøgger, 2016). La tecnología “Aikan” consiste en tres fases: **i)** hidrólisis, donde la materia orgánica se solubiliza a partir de la degradación por enzimas microbianas, **ii)** producción de metano y **iii)** composta.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Residuos sólidos urbanos

Existen distintas formas para definir lo qué son los residuos sólidos urbanos (RSU). En la tabla 3.1, se presentan diferentes definiciones de distintas leyes mexicanas: Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF), Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

**Tabla 3.1** Definición de residuos sólidos de distintas fuentes

<b>FUENTE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>LRSDF</b>	Los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuos de manejo especial.
<b>LGEEPA</b>	Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
<b>LGPGIR</b>	Son aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

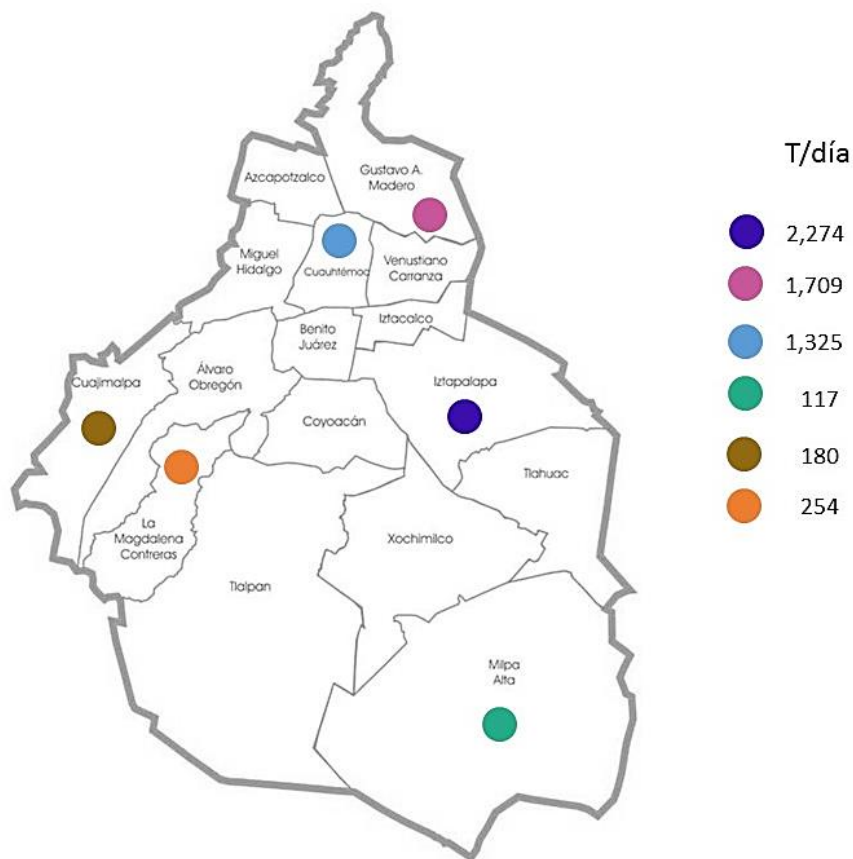
*Fuente: SEMARNAT, 2012.*

La generación de RSU se ha incrementado con el paso del tiempo debido al crecimiento poblacional, falta de acciones de reciclaje, mayor consumo, falta de concientización, entre otras causas. De acuerdo a estimaciones de SEMARNAT (INECC, SEMARNAT, 2012), solo el 63% se dispone en sitios controlados o rellenos sanitarios lo que se ha convertido en un problema por el manejo deficiente, tratamientos escasos e inadecuada disposición final.

En la Ciudad de México, los peligros tradicionales asociados al manejo inapropiado de los RS (residuos sólidos) tales como la falta del aprovechamiento y la incorrecta disposición de éstos provoca, entre otras cosas, la generación de lixiviados y fauna nociva, lo cual sigue siendo un problema de salud pública y contaminación ambiental en la actualidad.

En la Ciudad de México, se generan al día 12,893 toneladas de RSU (SEDEMA, 2014) generados en viviendas, comercios y edificios públicos, las cuales representan una quinta parte de la recolección nacional (20%) (INEGI, 2013). En tres delegaciones de la Ciudad de México se concentra 41.17% de la generación total de residuos (ver figura 3.1), siendo estas Iztapalapa: con 2, 274, Gustavo I. Madero con 1, 709 y Cuauhtémoc con 1, 325 toneladas generadas diariamente (SEDEMA, 2014). En contraste, las Delegaciones que generan menos del 5% del total de residuos corresponden a Milpa Alta con 117, Cuajimalpa con 180 y Magdalena Contreras con 254 toneladas diarias (SEDEMA, 2014).





**Figura 3.1** Generación de residuos sólidos para algunas delegaciones de la Ciudad de México

*Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario de Residuos Sólidos, SEDEMA 2014.*

En la tabla 3.2, se muestran las principales fuentes de origen así como su generación. Se puede observar que los mercados públicos se encuentran dentro de los establecimientos que generan mayor cantidad de RS y en la figura 3.2 se muestra su composición física, en donde el 50% corresponde a residuos orgánicos. Los RS actualmente son recolectados por medio de un parque vehicular integrado por 2 mil 460 unidades recolectoras, con distintas capacidades (entre 0.5 y 18 m<sup>3</sup>), dependiendo del tipo de contenedor que transporten o del tipo de vehículo y una plantilla de 3,396 choferes los cuales atienden 1,868 colonias a través de 1,773 rutas de recolección (SEDEMA, 2014). Posteriormente, los RS son transportados a sitios de disposición

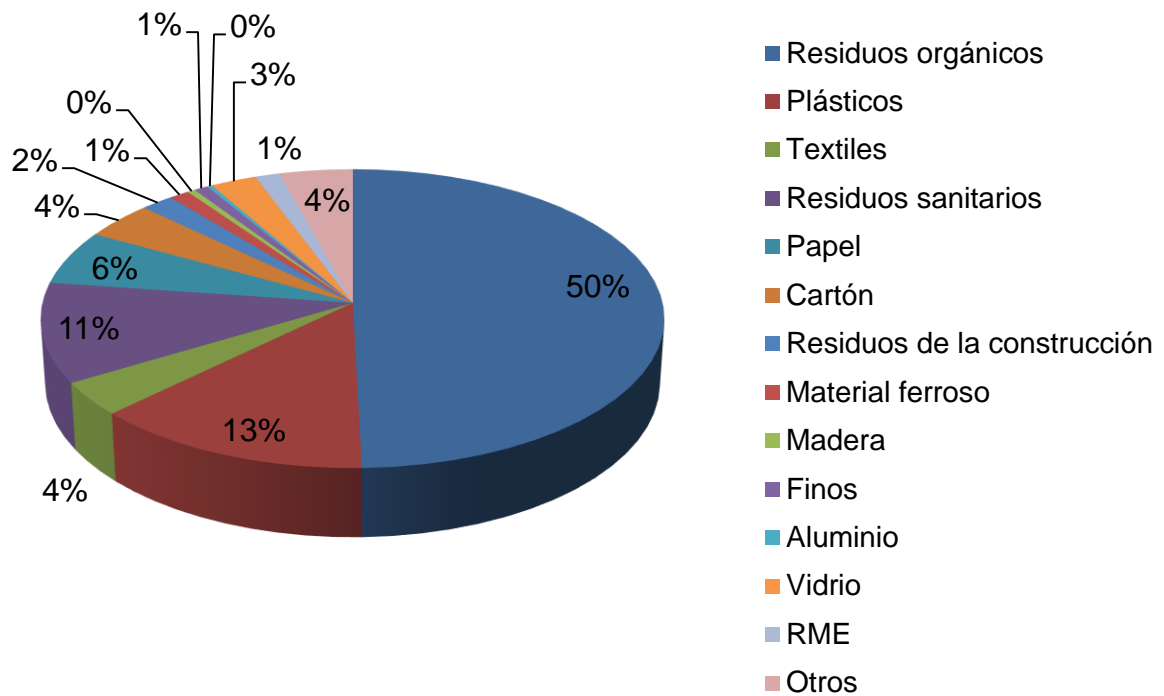
final correspondientes después de pasar por diferentes estaciones de transferencia (Santana, 2012).

**Tabla 3.2** Fuentes de origen de residuos sólidos en la Ciudad de México

<b>Fuentes de origen</b>	<b>t/día</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Domiciliarios	6,189	48
Comercios	1,933	15
<b>Mercados</b>	<b>1,289</b>	<b>10</b>
Servicios	1,933	15
Controlados	388	3
Diversos	516	4
Central de Abasto	645	5
<b>Total</b>	<b>12,893</b>	<b>100</b>

*Fuente: SEDEMA, 2014.*

La cantidad de residuos sólidos que se generan, corresponden a desequilibrios ambientales que la mayoría de los habitantes pasan desapercibidos, así mismo el manejo de grandes volúmenes de RS produce impactos ambientales.



**Figura 3.2** Composición física de residuos sólidos de la Ciudad de México

*Fuente: Durán et. al., 2013.*

Los establecimientos involucrados que conforman a un mercado público se pueden desglosar junto con su generación promedio de RS por día de la siguiente manera (Cisneros, 2001):

- ❖ Carnes (4.43 kg/día),
- ❖ Frutas y legumbres (7.92 kg/día),
- ❖ Abarrotes (1.025 kg/día),
- ❖ Preparación de alimentos (14.96 kg/día),
- ❖ Varios (0.803 kg/día),
- ❖ Mercados sobre ruedas (575.8 kg/tianguis/día).

### 3.2 Clasificación de residuos y generadores

Los RS se clasifican con base a diferentes criterios: su fuente de generación, su composición físico-química y el tiempo de degradación.

De acuerdo a su fuente de generación y composición, la LGPGIR clasifica a los residuos sólidos en tres tipos: residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.

- 1. Residuos peligrosos (RP).** son aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o agentes biológico-infecciosos) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados al ser transferidos a otro sitio.

Los residuos peligrosos se clasifican según el tipo de generador:

- ❖ **Micro-generadores.** Producen hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos.
- ❖ **Generadores pequeños.** Producen de 400 kilogramos a menos de 10 toneladas.
- ❖ **Grandes generadores.** Producen 10 o más toneladas anuales.

- 2. Residuos sólidos urbanos (RSU).** Como ya se mencionó anteriormente, los RSU son aquellos generados en casa habitación, que resultan de la eliminación de materiales que se utilizan en actividades domésticas, de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

**3. Residuos de manejo especial (RME).** Son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o bien, que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos en donde su generación corresponde a una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año.

En la tabla 3.3 se muestra la clasificación de los RME conforme lo establecido en la normativa ambiental.

**Tabla 3.3** Clasificación de residuos de manejo especial

<b>Residuos generados en:</b>	<b>Descripción de residuos</b>
Construcción y demolición.	Residuos de roca generados en obra en una cantidad mayor a 80 m <sup>3</sup> .
Servicios de la salud.	Papel y cartón, ropa clínica, de cama y colchones, plásticos, madera, vidrio.
Actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas y ganaderas.	Residuos agro-plásticos u orgánicos usados.
Servicios de transporte.	Residuos provenientes del transporte federal (puertos, aeropuertos, centrales camioneras, transporte público).
Plantas de tratamiento de aguas residuales.	Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, a excepción de los indicados en la <i>NOM-052-SEMARNAT-2005</i> .
Tiendas departamentales o centros comerciales.	Residuos generados en grandes cantidades.
Industria informática.	Residuos tecnológicos que al terminar su vida útil se desechan tales como computadoras, celulares, cables, MP3's, etc.
Otros.	Residuos que al transcurrir su vida útil, requieren de un manejo especial y se hayan generado por un gran generador y por una cantidad mayor a 10 toneladas por año.

*Fuente: NOM-161-SEMARNAT-2011.*

La forma más común de clasificar a los residuos es en orgánicos e inorgánicos, correspondiendo a orgánicos comúnmente los residuos alimenticios, madera o de jardinería. Los inorgánicos corresponden a residuos no biodegradables. En muchas ocasiones, se consideran a los residuos derivados del papel y cartón como inorgánicos, sin embargo se sabe que la materia prima para su elaboración es orgánica. Por lo que, se considera que lo más adecuado es clasificarlos como residuos susceptibles para composta (residuos alimenticios), residuos aptos para ser reciclados (papel, cartón, plástico, vidrio, latas metálicas, etc.), residuos inorgánicos (textiles, zapatos, cerámicas, etc.) y residuos sanitarios.

### **3.3 Mercados Públicos**

Los mercados públicos se han convertido en un pilar fundamental de la economía popular que cubre necesidades básicas de la población, los cuales tienden a ser muy coloridos. Los mercados públicos están formados por locales individuales que expenden productos o servicios de diversas índoles con predominancia en los productos frescos, tales como: carne, pollo, pescado, frutas y verduras. Normalmente se encuentran instalados en el centro de los barrios o localidades.

Por otro lado, se encuentran los *mercados ambulantes* (ver figura 3.3), los cuales comúnmente son establecimientos temporales y ubicados al aire libre. Otros nombres por los que comúnmente se les conoce son: mercado sobre ruedas, mercado al aire libre, tianguis, etc.



**Figura 3.3** Mercado ambulante en Coyoacán

*Fuente: Propia.*

### 3.1.1 Clasificación de mercados públicos

Según su tipo.

Los mercados públicos se pueden clasificar por el tipo de giro: tradicional o especializado. Los **tradicionales** son los mercados públicos más frecuentados y se encuentran dentro de las comunidades, municipios o delegaciones. En la actualidad, los mercados públicos tradicionales tienen gran importancia cultural y económica para los mexicanos. Suelen ser muy coloridos y venden productos de la canasta básica como: frutas, verduras, pescado, carnes frías, puestos de comida tradicional mexicana, ropa, bisutería, artesanías, juguetes, piñatas, entre otros. En la figura 3.4, se muestra un ejemplo de un mercado tradicional.



**Figura 3.4** Mercado tradicional de Coyoacán

*Fuente: Propia.*

Los mercados **especializados** son más específicos y organizados en la venta de sus productos. Como ejemplo, está el mercado “Sonora” (figura 3.5), localizado en el centro de la Ciudad de México. Es un mercado especializado en la venta de plantas medicinales y todo lo relacionado con la herbolaria mexicana.

Otro ejemplo, es el mercado de la Ciudadela, ubicado en la Delegación Cuauhtémoc; que se especializa en la venta de artesanías mexicanas, como zarapes, sombreros de charro, jarrones de talavera, maracas, joyería de plata, trajes típicos, rebosos, etc.





**Figura 3.5** Mercado especializado "Sonora"

*Fuente: Propia.*

Existen otras clasificaciones para los mercados públicos, los cuales son un poco común encontrarlos con frecuencia, ya que solo existen alrededor de 50, lo que representa un 15%. En la tabla 3.4, se muestran algunos mercados públicos de la Ciudad de México, su ubicación y clasificación.

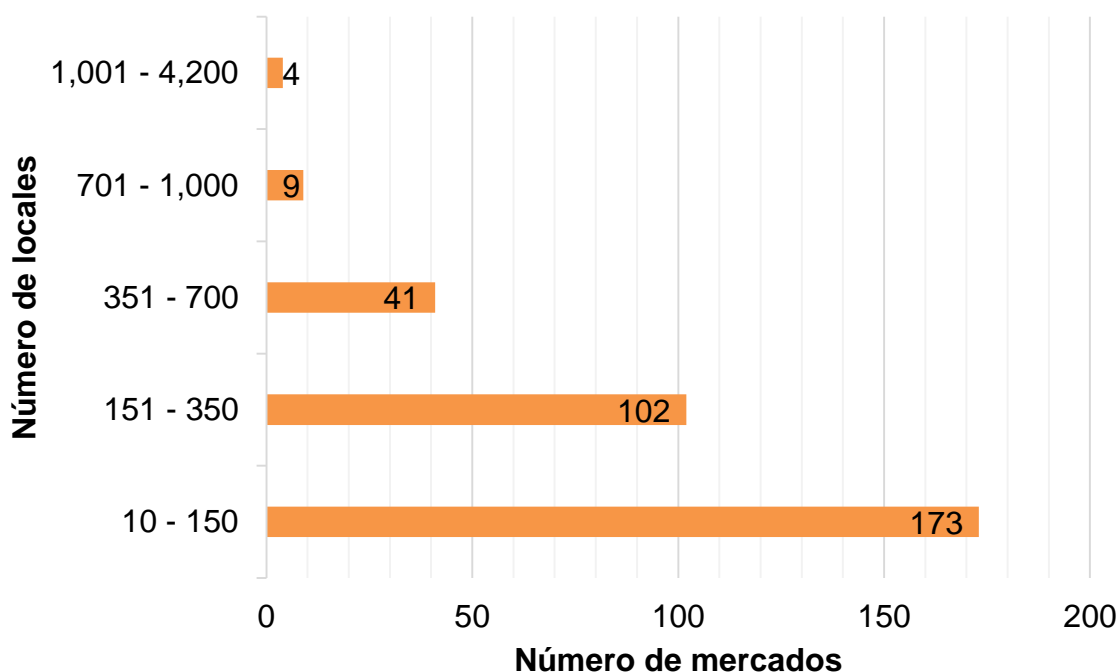
**Tabla 3.4** Tipo de mercados según su giro

<b>Tipo</b>	<b>Mercado</b>	<b>Delegación</b>
Tradicional turístico	❖ Fuentes Brotantes	Tlalpan
	❖ La paz	Tlalpan
	❖ Abelardo L. Rodríguez	Cuauhtémoc
Especializado	❖ Melchor Múzquiz Zona	Álvaro Obregón
	❖ Panteón Jardín	Álvaro Obregón
	❖ Pantaco	Azcapotzalco
	❖ Portales Anexo	Benito Juárez
	❖ Postal Anexo	Benito Juárez
	❖ Hidalgo Anexo	
	❖ Lagunilla Ropa y Telas	
	❖ Lagunilla San Camilito	
	❖ Lagunilla Varios	
	❖ Ciudadela	Cuauhtémoc
	❖ Martínez de la Torre (Anexo)	
	❖ Merced Mixcalo	
	❖ Pequeño Comercio	
	❖ San Joaquín (Anexo)	
	❖ Tepito Fierros Viejos	Gustavo I. Madero
	❖ Tepito Varios	Miguel Hidalgo
	❖ Veinticinco de Julio	Milpa Alta
❖ Anáhuac Anexo	Tláhuac	
❖ Villa Milpa Alta	Tlalpan	
❖ Típico Regional	Venustiano	
❖ Comida Huipulco	Carranza	
❖ Calzado La Central		
❖ Insurgentes		
Turístico Especializado	❖ Palacio de las Flores	Cuauhtémoc
	❖ San Juan	
Regional	Curiosidades	Magdalena
	❖ Turístico Magdalena	Contreras
	❖ Natitivas	Xochimilco
	❖ San Bartolome	Milpa Alta
	Xicomulco	

*Fuente: Elaboración propia a partir de informe de SEDECO, 2015.*

### Según su tamaño.

Los mercados públicos también están clasificados con base al número de locales que poseen. En la figura 3.6, se muestran el número de mercados públicos que existen en la actualidad y la cantidad de locales que poseen. Los mercados de menor tamaño poseen en promedio entre 10 y 150 locales. El mercado más grande posee un promedio de 1,001 a 4,200 locales.



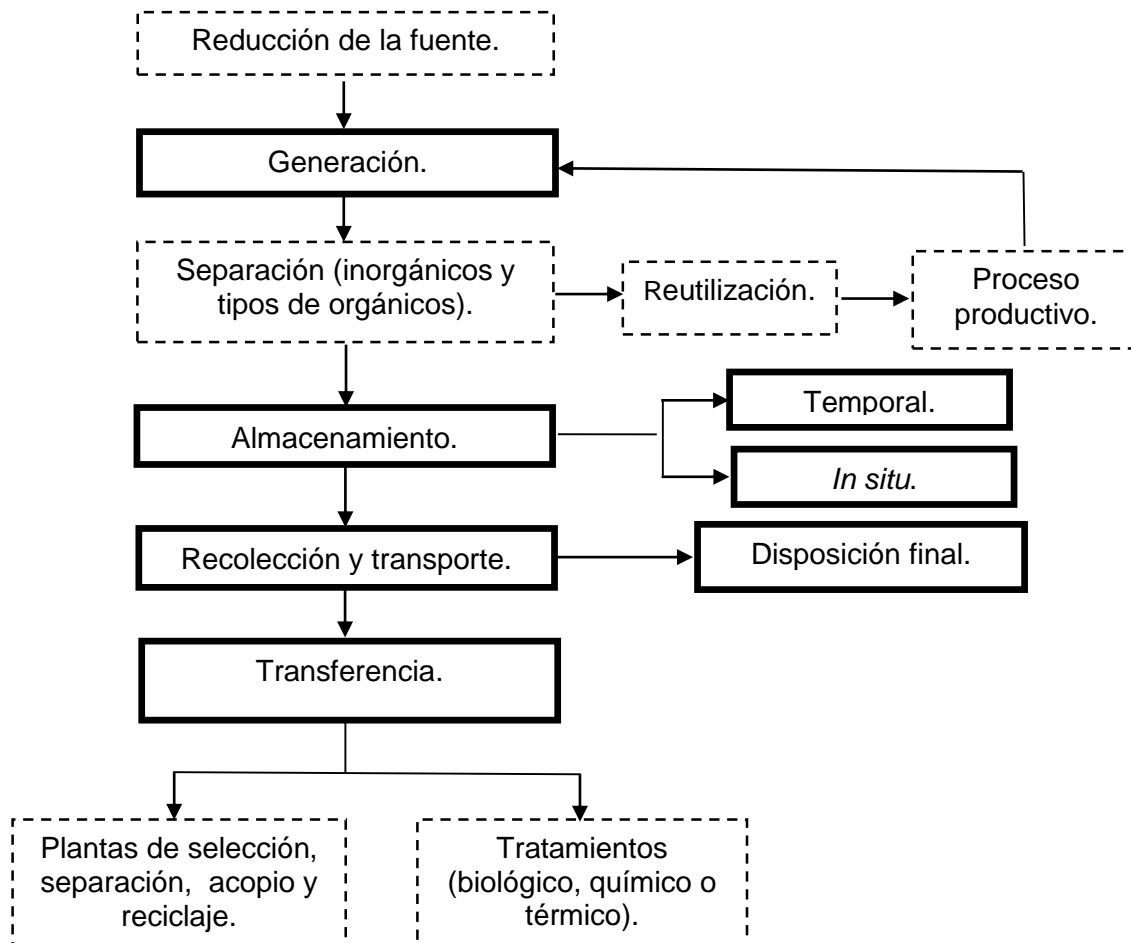
**Figura 3.6** Categorías de mercados públicos por número de locales

*Fuente: Elaboración propia a partir de información de SEDECO, 2013.*

De los 329 mercados públicos en la actualidad, sobresalen aquellos mercados que cuentan con un número de entre 10 y 150 locales (173 mercados), seguido de 102 mercados con un total de locales entre 151-350, 41 mercados con un total de locales entre 351-700, 9 mercados con 701 a 1,000 locales y solo 4 mercados con alrededor de 1,001 a 4,200 locales.

### 3.4 Etapas de manejo integral de los residuos sólidos

Las etapas del manejo de RS (ver figura 3.7), comienza con la generación. En algunos casos, continúa con la separación primaria y en otros directamente con el almacenamiento. Después, continúa con la recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final. Para considerar un manejo adecuado de RS, las actividades que deben realizarse son las siguientes: i) reducción o minimización de la fuente, ii) separación de orgánicos y tipos de inorgánicos, iii) valorización mediante el reúso o reciclaje, almacenamiento, recolección y transporte, iv) transferencia, v) tratamientos (físicos, biológicos, químicos o térmicos) y vi) minimización en la disposición final o en su caso, la adecuada disposición final de los mismos.



**Figura 3.7** Etapas de un manejo integral de residuos sólidos

*Fuente: Elaboración propia.*

Cabe mencionar que las actividades dentro de los cuadros indicados con guiones, hacen que todas las etapas en conjunto del manejo de RS sea integral, las cuales al llevarse a cabo de forma individual o combinada deben de adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar. Deben cumplir con los objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

### 3.4.1 Generación

Desde el la implementación de la norma mexicana NOM-161-SEMARNAT-2014, los mercados públicos por la generación de residuos sólidos que producen diariamente, se clasifican como generadores de RME. En la tabla 3.5, se muestran los datos de generación de RME disponibles, publicados en el diagnóstico nacional 2012 realizado por SEMARNAT.

**Tabla 3.5** Generación promedio de RME en México

RME	Generación promedio (mil t/día)	% aprovechamiento promedio anual
Agro-plásticos.	313	ND
Excretas <sup>1</sup> .	66,708	ND
Pesca.	799	3.67
Residuos del Aeropuerto de la Ciudad de México.	8	32.20
Lodos PTAR (municipales).	232	ND
Tiendas de autoservicio Wal-Mart.	407	67.97
Construcción y demolición.	6,111	ND
Electrodomésticos.	22	ND
Electrónicos.	263	ND
Vehículos al final de su vida útil (vehículos por año).	805,203	ND
Llantas.	1,011	ND

*ND: No disponible.*

*Fuente: INECC/SEMARNAT, 2012.*

<sup>1</sup> Excretas de porcinos y bovinos lecheros.

**Tabla 3.5** Generación promedio de RME en México (continuación)

<b>RME</b>	<b>Generación promedio (mil t/día)</b>	<b>% Aprovechamiento promedio anual</b>
Pilas.	34	3.13
Papel y cartón.	6,820	48.59
Residuos de hoteles.	276	1.49
Vidrio.	1,142	ND

*ND: No disponible.*

*Fuente: INECC/SEMARNAT, 2012.*

La información sobre la generación y aprovechamiento de residuos en tiendas departamentales o centros comerciales y de servicios es escasa. En general, los generadores de RME no realizan una valoración adecuada de sus residuos. Actualmente son muy pocos sectores quienes se preocupan por la contabilización de los mismos.

### **3.4.2 Almacenamiento**

El almacenamiento de RS es una etapa fundamental, ya que una vez que el residuo se genera en un sitio, debe procesarse de algún modo. Este procesamiento puede incluir en algunos casos lavado, separación y almacenamiento para reciclar cualquier residuo que sea susceptible a este proceso (Masten y Mackenzie, 2005).

Los RS generados dentro de los mercados públicos deben ser almacenados de forma segura e higiénica mientras se efectúa la recolección, ya que la mayoría de los residuos aún tiene cierto valor económico. Se debe de considerar el almacenamiento interno el cual debe ser realizado por cada uno de los locatarios utilizando contenedores de poco volumen; para posteriormente el almacenamiento externo sea realizado en contenedores de mayor capacidad.

Generalmente los contenedores de mayor capacidad corresponden a tambos de 200 litros, que captan los RS de los recipientes internos o incluso contenedores de 1.5 m<sup>3</sup> hasta 8 m<sup>3</sup> para cuyo manejo se utilizan los vehículos recolectores (ver figura 3.8).



**Figura 3.8** Vehículo de recolección de residuos sólidos de carga trasera

*Fuente: Propia.*

Para realizar un almacenamiento apropiado dentro de los mercados públicos, es necesario conocer los subproductos generados y así determinar:

- i. Capacidad de los contenedores,
- ii. Material de fabricación de los contenedores y
- iii. Diferenciación (como color, señalización, tamaño y ubicación) de los contenedores.

El almacenamiento apropiado de los RS tiene influencia positiva en el manejo de los mismos y en el aseo urbano. Por lo contrario, el almacenamiento inadecuado tiene varios efectos negativos sobre el servicio de recolección, debido principalmente al uso de contenedores con capacidad inadecuada, material de fabricación poco conveniente o bien, debido a la falta de una clasificación adecuada de los subproductos.

En la Ciudad de México, el uso de contenedores inadecuados representa uno de los principales problemas a la hora de almacenar los RS en espera de la recolección.

Dependiendo de la fuente de generación existen varios tipos de contenedores, los cuales varían con base a su capacidad de almacenamiento y material de fabricación. Los contenedores se fabrican de distintos materiales; dependiendo el material, éste tendrá diferentes propiedades sin importar la capacidad del contenedor. Algunos de ellos pueden ser los siguientes:

- ❖ Cajas de cartón,
- ❖ Cajas de madera,
- ❖ Bolsas de papel,
- ❖ Bolsas de plástico y
- ❖ Botes de plástico o de metal con tapaderas.

En la tabla 3.6, se presentan diferentes tipos de contenedores para el almacenamiento de RS utilizados en la actualidad, así como sus ventajas y desventajas.



**Tabla 3.6** Características de los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos

Tipo de contenedor	Ventajas	Desventajas
<b>Caja de cartón.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Económica.</li> <li>❖ Poco peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fácil de deteriorarse, se destruye fácilmente por la humedad de los residuos sólidos.</li> <li>❖ Fácil acceso a fauna nociva.</li> <li>❖ Inflamable.</li> <li>❖ Fácil de deteriorarse</li> <li>❖ Provoca accidentes al personal de recolección.</li> </ul>
<b>Caja de madera.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Económica.</li> <li>❖ Estructura más o menos sólida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Facilidad para que los residuos se dispersen.</li> <li>❖ Fácil acceso a fauna nociva.</li> <li>❖ Inflamable.</li> <li>❖ Volumen inadecuado.</li> <li>❖ Con el uso se deterioran.</li> <li>❖ Provocan cortaduras cuando están deterioradas.</li> <li>❖ Fácil de oxidarse.</li> </ul>
<b>Bote de lámina.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fácil manejo.</li> <li>❖ Mantiene condiciones sanitarias.</li> <li>❖ Estructura sólida.</li> <li>❖ Difícil acceso a fauna nociva.</li> <li>❖ Fácil manejo.</li> <li>❖ Mantiene condiciones sanitarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Estructura no muy sólida.</li> </ul>
<b>Bote de plástico con tapa.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Son de peso ligero.</li> <li>❖ Difícil acceso a fauna nociva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Se rompe fácilmente.</li> <li>❖ Se perfora con facilidad por materiales punzocortantes contenidos en los residuos.</li> <li>❖ Se destruye fácilmente por la humedad de los residuos sólidos.</li> <li>❖ Inflamable.</li> <li>❖ Fácil acceso a fauna nociva.</li> </ul>
<b>Bolsa de papel.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Económica.</li> <li>❖ Poco peso.</li> <li>❖ Reduce el tiempo de recolección.</li> </ul>	

Fuente: SEDESOL, 2011.

**Tabla 3.6** Características de los contenedores utilizados para el almacenamiento de residuos (continuación)

Tipo de contenedor	Ventajas	Desventajas
<b>Bolsa de plástico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Económica, fácil manejo, disminuye el tiempo de recolección.</li> <li>❖ Mantiene condiciones sanitarias.</li> <li>❖ Disminuye el ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Es perforada con facilidad.</li> <li>❖ Inflamable.</li> <li>❖ Volumen inadecuado para grandes cantidades.</li> <li>❖ Fácil acceso a la fauna nociva.</li> <li>❖ Retarda el proceso de descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios.</li> </ul>

Fuente: SEDESOL, 2011.

Los factores que deben considerarse para el almacenamiento *in situ* de residuos son:

- i. Efectos de almacenamiento sobre los componentes de los residuos,
- ii. Tipo de contenedor que se va a utilizar (i.e. material, color, tamaño, etc.),
- iii. Capacidad del contenedor,
- iv. Localización del contenedor y
- v. Salud pública y estética.

Cabe mencionar que el almacenamiento *in situ* muchas veces se puede llegar a encontrar limitado por la disponibilidad de espacio y la descomposición de los residuos orgánicos (Cisneros, 2001). Los contenedores *in situ* pueden ser de cualquier forma (cilíndrica, rectangular y con o sin tapa), de diversos materiales (plástico, cartón, madera o aluminio) siempre y cuando cumplan con la capacidad necesaria. Para su almacenamiento temporal, es recomendable utilizar contenedores de 60 a 100 litros (ver figura 3.9). Los contenedores de más de 100 litros tienen la desventaja de ser difíciles de cargar por un solo hombre, mientras que los contenedores de menos de 60 litros afectan los tiempos de recolección al ser mayor número de contenedores a descargar (SEDESOL, 2011).



**Figura 3.9** Contenedor típico dentro de mercados públicos

*Fuente: Propia.*

Para el almacenamiento externo, se pueden utilizar contenedores de distintas capacidades. Es decir, se pueden utilizar los de pequeña capacidad como son los de 1.5 m<sup>3</sup> o de mayor capacidad, tales como los contenedores de 8 m<sup>3</sup> o más.

La capacidad de los contenedores se mide en litros comúnmente y se tienen dimensiones específicas en centímetros o en metros cúbicos dependiendo del tipo y la forma del contenedor. Algunos tipos de contenedores y capacidades de almacenamiento recomendadas se muestran en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7** Tipo de contenedores para residuos sólidos

<b>Tipo de contenedor</b>	<b>Características</b>
Bolsas de polietileno para residuos.	En la actualidad, se utilizan para depositar residuos domiciliarios, de centros comerciales y de servicio. Se usan como forro interior de contenedores.
Contenedor chico 20, 60 o 80 litros.	Se utilizan en fuentes que generan bajas cantidades (casas, parques, pequeños estanques y establecimientos comerciales aislados).
Contenedor de 100 a 500 litros.	Se utilizan para residuos generados en cantidades moderadas que de igual manera pueden ser utilizados en áreas comerciales e industriales.
Contenedor de 1000 litros o más.	Se utilizan en zonas comerciales o industriales que generan cantidades de residuos en alto volumen.

*Fuente: Masten y Mackenzie, 2005.*

Los recipientes más adecuados son los contenedores de lámina y plástico de capacidad variable de acuerdo a la cantidad de residuos generados, aunque lo más recomendable es que sean de entre 60 y 100 litros.

Actualmente, los contenedores se deben de fabricar de diferentes colores para señalar el tipo de residuo que se va a depositar en él para evitar su contaminación y evitar que pierdan su valor.

Por otro lado, el 8 Julio del 2015 se hizo oficial la publicación de la norma ambiental **NADF-024-AMBT-2013** en la Ciudad de México, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se debe realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos sólidos.

La norma establece distintos tipos de separación de los residuos, al igual que especificaciones de entrega de los mismos. A continuación, se mencionan los tipos de separación que especifica dicha norma:

**Separación primaria.** Es aquella en donde los residuos son clasificados desde la fuente generadora en orgánicos e inorgánicos. Los contenedores deben de ser de color verde para residuos orgánicos y gris para inorgánicos.

**Separación primaria avanzada.** Consiste en clasificar todos los residuos inorgánicos en “residuos biodegradables que serán aprovechados” (color verde), “residuos con potencial de reciclaje” (color gris), “residuos inorgánicos de aprovechamiento limitado” (color naranja), “residuos especiales y voluminosos” (color marrón) y “residuos peligrosos provenientes de fuentes distintas a los establecimientos industriales, comerciales o de servicio” (color transparente). Es importante mencionar que cada contenedor correspondiente a la separación primaria avanzada debe indicar que corresponde a este tipo de separación, ya que se pueden llegar a crear confusiones con los contenedores de la separación primaria.

**Separación secundaria.** Consiste en que, desde la fuente generadora o plantas de selección, de manera voluntaria; los residuos con potencial de reciclaje sean nuevamente clasificados en otras categorías con el fin de evitar que disminuya el valor de dichos residuos al mezclarse con otros que presentan mayores dificultades para su valorización. Dichas clasificaciones son las siguientes:

- ❖ Papel y cartón (color beige)
- ❖ Metales (color gris claro)
- ❖ Plásticos (color azul)
- ❖ Vidrio (color blanco)
- ❖ Otros residuos (cadáveres de animales domésticos).

Es importante mencionar, que para el almacenamiento de residuos es conveniente acondicionar una zona, preferiblemente con acceso controlado y con superficie suficiente para evitar el riesgo de vertidos accidentales o esfuerzos indebidos para su traslado.

### **3.4.2 Recolección**

La etapa de recolección; al igual que la etapa de almacenamiento, constituye una etapa fundamental del sistema de manejo de RS. Tiene como objetivo principal preservar la salud pública mediante la recolección de residuos en las fuentes de generación y transportarlos al sitio de tratamiento o disposición final de manera eficiente y al menor costo, ya que esta etapa es la que emplea un número considerable de recursos humanos y económicos. Los principales métodos de recolección descritos por la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL, 2011) son:

**Método de parada fija.** Se realiza por medio de una campana que comunica la llegada del camión. Los usuarios salen hasta las esquinas de las calles en donde se entregan sus residuos. Es económico pero su desventaja es que si no se cuenta con un usuario disponible que salga a tirar los residuos, estos pueden acumularse.

**Método de acera.** Este método consiste en que los usuarios coloquen los residuos en un horario y días preestablecidos frente a sus casas. Posteriormente, los recolectores pasan a recolectar los residuos. Los recolectores tienen la obligación de cumplir con la ruta y los usuarios la obligación de colocar sus residuos en el lugar preestablecido.

**Método de contenedores.** Consiste en la colocación de contenedores en donde cada usuario deposita sus residuos, ubicados de tal forma que los vehículos recolectores tengan fácil acceso a ellos y así evitar la generación de focos de contaminación. Son ideales para grandes generadores tales como los mercados públicos.

La frecuencia de recolección no debe de exceder a los tres días. Al momento de seleccionar el método de recolección más adecuado se debe considerar los siguientes aspectos: i) costos que genera, ii) las características de los residuos y por último, iii) las actividades de la población que producen tales residuos. En ocasiones, es conveniente la combinación de varios métodos para hacer más eficiente el sistema de recolección (López, 2014).

### **3.4.3 Transporte**

El transporte de los RS ya sea en forma directa o por medio de centros de transferencia es igual que en la fase de recolección: es la etapa que más recursos económicos emplea. Por lo tanto, para adoptar el método más apropiado, se debe realizar un análisis costo-beneficio con base a (SEDESOL, 2011):

- ❖ La generación de residuos producidos en los distintos sitios o fuentes,
- ❖ Personal necesario y
- ❖ Condiciones ambientales y sociales de cada municipio.

### **3.4.4 Reciclaje**

Existen varias maneras de definir el término de reciclaje. La LGPGIR (2012), establece que el reciclaje o reciclado es la *transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.*

El término reciclaje también está definido por la LRSDF (2012), como *la transformación de los materiales o subproductos contenidos en los residuos sólidos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico.*

Según Capistran et. al., (2004), El reciclaje se puede clasificar de acuerdo los índices de recuperación:

- ❖ **Índice máximo de recuperación.** Cuando los residuos que se reúsan o reutilizan emplean un proceso mínimo.
- ❖ **Índice medio de recuperación.** Aquí se encuentra el reciclaje; se necesita aplicar un proceso de transformación para recuperar la materia prima reutilizable de ciertos materiales.
- ❖ **Recuperación biológica.** Este es el caso de la descomposición aerobia con producción de composta o abono orgánico estabilizado que constituye una fuente energética importante para los cultivos agrícolas, que a la vez que se puede obtener metano durante el proceso.

Otra clasificación del reciclaje es el tipo **primario** o de **ciclo cerrado**, donde los residuos son reciclados al 100% para la producción de productos del mismo tipo y el **reciclado secundario** o de **ciclo abierto**, donde los residuos pasan por un proceso de transformación convirtiéndolos en otros productos. Emplear el reciclaje secundario reduce de 0% a 25% el empleo de materiales vírgenes mientras que el reciclado primario lo reduce de 20% al 90% (CICEANA, 2010).

El proceso de reciclado debe contar con los siguientes pasos:

- i. Identificación de origen.
- ii. Recolección de los residuos; puede ser realizada por una empresa pública o privada.
- iii. Sí los residuos no son separados en el lugar donde son generados, pueden ser llevados a plantas de selección, donde se realiza la separación y clasificación para el reciclaje, disminuyendo los costos de transporte.
- iv. Finalmente los residuos son reciclados, almacenados, vendidos o reutilizados: tanto para su ganancia económica o energética con el fin de reducir el impacto ambiental.



Para que el reciclaje sea una alternativa viable, debe de existir un compromiso de la sociedad e implementar la separación adecuada en distintos contenedores para evitar gastos posteriores de selección, limpieza y lavado de subproductos en las plantas de tratamiento (Morfin, 2014). Existe una clasificación de residuos reciclables dada por Deffis (1994) de acuerdo al tipo de aprovechamiento:

- ❖ **Recuperables.** Son aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias como el papel, vidrio, cartón y metal.
- ❖ **No recuperables inertes.** Son todos aquellos residuos como las piedras, tierra o material de construcción, que principalmente se utiliza como material de relleno.
- ❖ **Transformables.** Son todos aquellos residuos que pueden ser transformados mediante distintos procesos mecánicos y/o químicos.

### **3.5 Niveles socioeconómicos en la Ciudad de México**

En la norma mexicana NMX-AA-61-1985, se especifica la metodología para la determinación de generación de residuos sólidos domiciliarios, en donde define que los estudios de generación deben ser realizados aleatoriamente en el área de estudio, abarcando los distintos estratos socioeconómicos. Comúnmente se conocen tres distintos estratos socioeconómicos en México: alto, medio y bajo. Sin embargo, en la actualidad ya existen otro tipo de clasificaciones.

Durante el año 2014, la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) presentó el Programa de Protección al Consumidor 2013-2018, en el cual dividió a la población mexicana (112 millones 336, 538 habitantes) en seis clases sociales determinadas por sus funciones, costumbres, situación económica y de poder, como también las actividades que desempeñan dentro de la sociedad mexicana, su ocupación, ingresos económicos, nivel cultural y sus pautas de comportamiento.

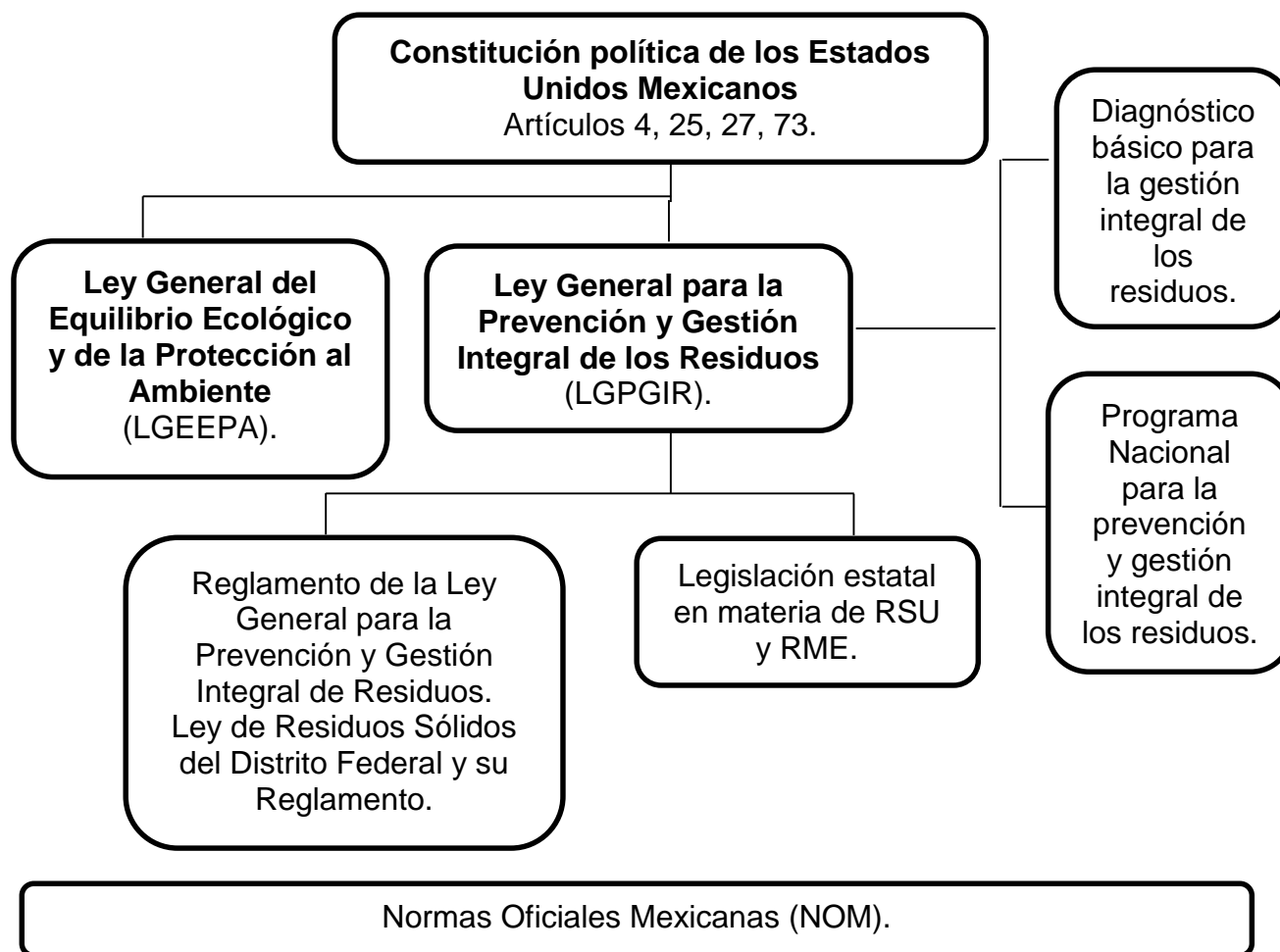
Las clases sociales definidas por PROFECO son:

1. **Baja-baja.** Representa el 35% de la población mexicana y está compuesta por trabajadores temporales, inmigrantes, desempleados, etc.
2. **Baja-alta.** Constituye el segundo grueso de la población (25% de la población) y está compuesta por obreros y campesinos.
3. **Media-baja.** Se compone por el 20% de la población que la constituyen oficinistas, técnicos supervisores y artesanos calificados.
4. **Media-alta.** Contempla al 14% de la población e incluye a quienes cuentan con buenos salarios e ingresos económicos estables.
5. **Alta-baja.** Constituye al 5% de la población nacional e incluye a “familias ricas” de pocas generaciones atrás.
6. **Alta-alta.** Corresponde solo a 1% de la población e incluye a familias ricas cuya fortuna es añeja que se ha olvidado cuándo y cómo la obtuvieron.

Por otro lado, el Sistema de Información del Desarrollo Social (SIDESO), cuenta con una base de datos en donde clasifica a las delegaciones de la Ciudad de México por unidades territoriales en grados de marginación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, lo cual se puede interpretar de manera contraria a los niveles socioeconómicos. Es decir, para los niveles muy bajos de marginación se puede decir que es una zona de estrato económico muy alto.

### 3.6 Marco legal

Actualmente en México se cuentan con leyes y normas que dictan lineamientos y obligaciones en la gestión integral de los residuos de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. Las actividades del sector comercial y de servicios correspondientes a los mercados públicos se circunscriben a la legislación ambiental vigente mostrada en la figura 3.10.



**Figura 3.10** Jerarquización de componentes de la regulación de RME en México

*Fuente: Elaboración propia.*

- i. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- ii. Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en 1988, constituye el marco al que se supedita la legislación ambiental específica.
- iii. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en 2003, introduce la clasificación de residuos y, junto con su reglamento, establece las previsiones para su manejo.
- iv. Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, publicado en el año 2012, tiene por objeto principal actualizar la información referente al manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos del petróleo, residuos de la minería y los residuos peligrosos.

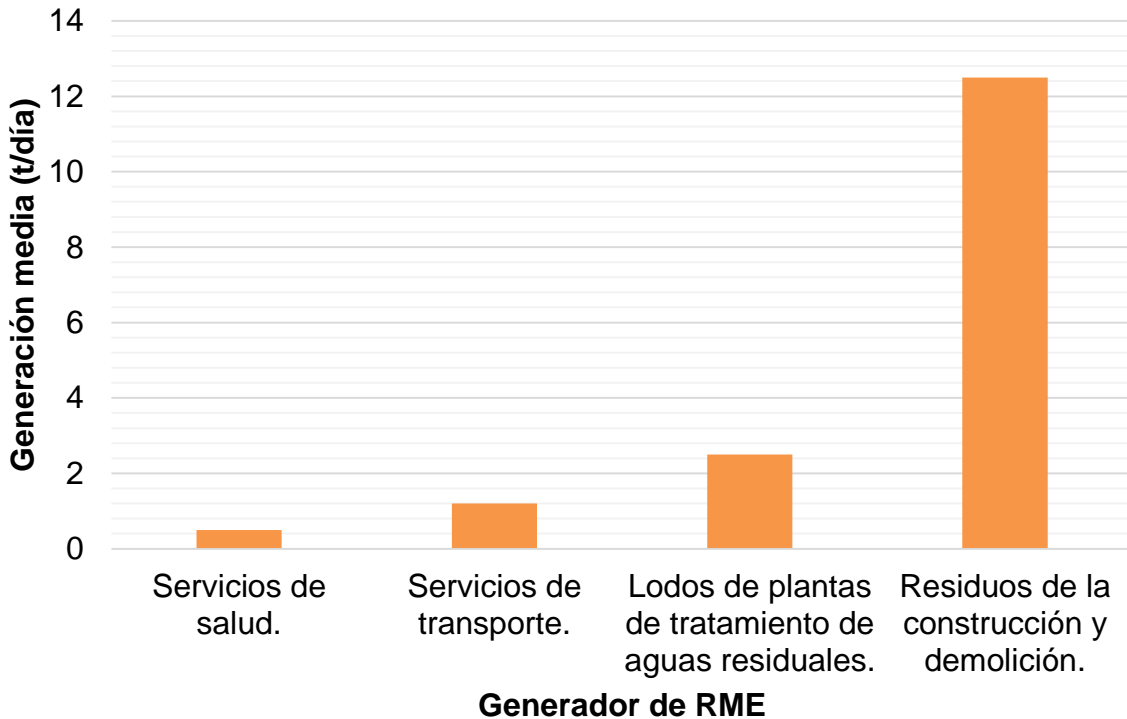
- v. Programa Nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2008-2012.
- vi. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado en el año 2006.
- vii. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal: publicada el 22 de abril del 2003.
- viii. Legislación estatal en materia de residuos, en general, establece lineamientos particulares para el manejo de RSU y RME así como, las obligaciones administrativas de los generadores.
- ix. Normas Oficiales Mexicanas (NOM), constituyen instrumentos de regulación tendientes a inducir el manejo adecuado de los residuos.

### **3.6.1 Regulación de residuos de manejo especial en México**

Los RME se definieron recientemente en la Ley General para la prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). En dicha Ley, se definen como aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como RSU. Los RME son aquellos producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos tales como los residuos de demolición y la construcción, servicios de salud, actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, servicio de transporte, residuos de tienda departamentales o de servicios, residuos tecnológicos u otros que determine la SEMARNAT.

Debido a la reciente regulación de este tipo de residuos, en la actualidad no se cuenta con datos acerca de los volúmenes de generación para algunas clases de ellos. La figura 3.11 muestra la generación estimada de RME en el 2005 para cuatro de los ocho servicios que los producen. La mayor parte corresponde a los de la construcción provenientes de obras para viviendas, comercios o la industria (77%); 18% a los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; 3% a los residuos generados por servicios de transporte (en su mayoría provenientes de las terminales de pasajeros, actividades administrativas y comerciales así como del

movimiento de las unidades) y 2% a los que se generan en las unidades médicas (SEMARNAT, 2008).



**Figura 3.11** Generación de RME

*Fuente: Elaboración propia a partir de SEMANART, 2008.*

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable, garantizando el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Así mismo, preserva la restauración y el mejoramiento del ambiente a través de la protección de la biodiversidad, la restauración de todos los recursos naturales, la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo (LGEEPA, 2014).

La Ley hace hincapié en que para lograr este entorno adecuado es necesario prevenir y controlar los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos, sin olvidar

que los recursos naturales no renovables deben utilizarse de manera consciente para evitar su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos. Es por ello que actualmente se insiste en el reciclaje de diversos residuos, producto tanto de las actividades industriales como de los hábitos de consumo del ser humano.

También marca que se debe promover el diseño, desarrollo y aplicación de instrumentos económicos que incentiven la gestión integral adecuada de los residuos, promoviendo un cambio en la conducta de quienes realicen actividades industriales, de tal manera que sus intereses sean compatibles con la protección ambiental y el desarrollo sustentable.

De igual manera, se menciona que uno de los puntos clave para prevenir y controlar la contaminación radica en la reducción de la generación de residuos, incorporando técnicas y procedimientos para su reutilización y reciclaje, principalmente para los RME, ya que en su mayoría son residuos de lenta degradación que alteran el ambiente por largos períodos de tiempo.

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

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó en el año 2003, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), que promueve la participación corresponsable de todos los sectores sociales en las acciones referentes a la prevención de la generación y valorización, además de lograr una gestión integral de los residuos ambientales adecuada, que sea tecnológica, económica, socialmente viable y de conformidad con las disposiciones establecidas en ésta y el resto de leyes federales.

Aunado a ello, respecto a los RME, las entidades federativas deberán autorizar el manejo integral de RME e identificar aquellos que deberán sujetarse a un Plan de

Manejo. Con este fin, se deberá establecer el registro de planes de manejo en su territorio.

### **3.6.4 Reglamento de la LGPGIR**

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR), en sus Artículos 11 y 12, establece los criterios básicos que las normas oficiales mexicanas deben seguir cuando estén sujetas a un Plan de Manejo para RSU y de RME. Esto con el fin de determinar el Plan de Manejo más apropiado y la elaboración de listados de los residuos sujetos a este tomando en cuenta sus características y mecanismos de control.

En el título II *“Registro e Incorporación a los Planes de Manejo”* de dicho reglamento, se establecen las modalidades de los planes de manejo, quiénes están obligados a su elaboración e implementación y los fines que se persiguen con su elaboración.

### **3.7 Planes de manejo integral**

A nivel internacional, los planes de manejo de residuos se enfocan en la reducción de generación en la fuente, ya sea mediante modificaciones en los procesos productivos, utilización de tecnologías limpias, políticas administrativas o cambios en la materia prima empleada.

En México, la legislación ambiental está orientada a minimizar la generación de residuos mediante la aplicación de planes de manejo que fomenten el cierre de ciclo de vida de los materiales. Estos planes pretenden promover una gestión innovadora y eficiente por parte de los grandes generadores de residuos bajo los principios de flexibilidad y responsabilidad compartida, lo que sugiere una simplificación en el esquema de manejo y una reducción de costos.

Así mismo, la implementación de los planes de manejo para los RME se apoyan en la premisa de que el establecer instrumentos de gestión como estrategias a largo plazo

se base en una firme correlación entre la competitividad económica y resultados favorables de la política ambiental, otorgando flexibilidad en la definición de los objetivos a cumplirse (Suárez, 2012).

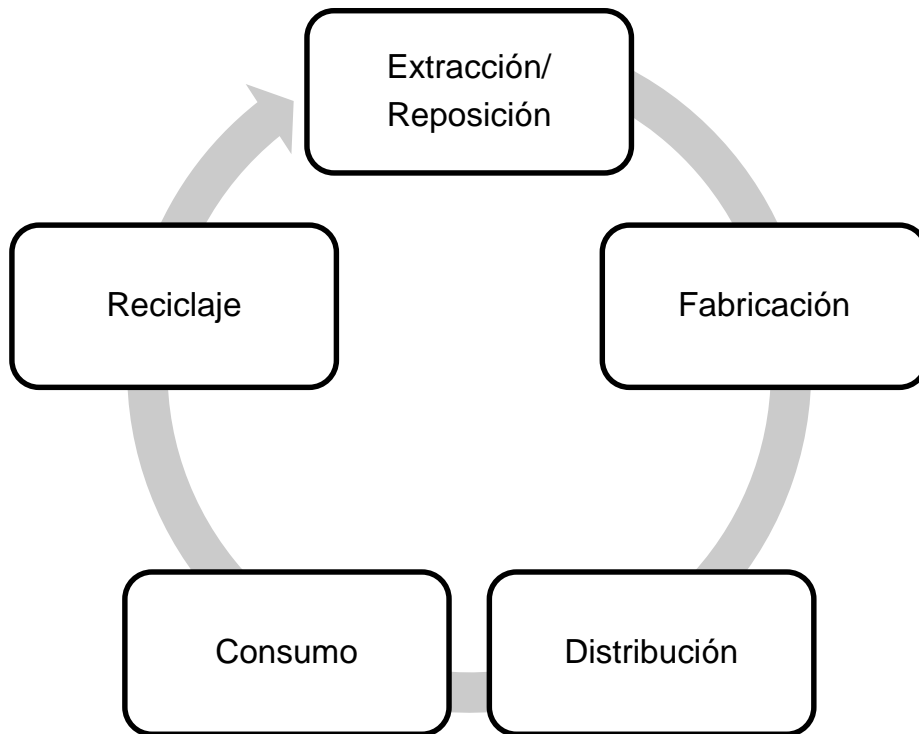
Lo anterior debe considerar que la responsabilidad en la gestión requiere compromiso por parte de las autoridades y una guía clara con objetivos, indicadores y referentes realistas, así como previsiones pertinentes a las circunstancias actuales de la industria y el comercio.

### **3.7.1 Legislación: NOM-161-SEMARNAT-2011**

En Febrero del año 2013, fue publicada oficialmente la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que entró en vigor en el mes de julio del mismo año la cual establece algunos criterios para clasificar a los RME y determina cuáles están sujetos a un Plan de Manejo.

Hasta hoy, en México se ha manejado una economía lineal, cuya principal consecuencia es provocar problemas en el manejo de los residuos. Este modelo ofrece más desventajas que ventajas. Por lo que esta norma pretende reducir de manera importante la cantidad de RME para encaminar a una economía circular (figura 3.12).





**Figura 3.12** Modelo de economía circular

*Fuente: Elaboración propia.*

La NOM-161-SEMARNAT-2011 es obligatoria para quienes son grandes generadores de RME y de RSU tales como los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que estén incluidos en los listados de residuos sujetos a Plan de Manejo.

La norma es incluyente con todos los sectores y su propósito es prevenir la generación, así como disminuir la cantidad de residuos que son destinados a disposición final y al mismo tiempo promover la cultura de las 3 R's: reducir, reusar y reciclar, como también generación de cero residuos.

Dentro de los residuos plásticos que están sujetos a Plan de Manejo, se contemplan los siguientes:

- ❖ Agro-plásticos
- ❖ Envases de todo tipo
- ❖ Embalaje
- ❖ Partes de computadoras o accesorios
- ❖ Partes de celulares o accesorios
- ❖ Autopartes
- ❖ Partes de aparatos domésticos (línea blanca).

Otros residuos considerados son:

- ❖ Neumáticos
- ❖ Papel y cartón
- ❖ Madera
- ❖ Envases de vidrio
- ❖ Tetra pack
- ❖ Envases metálicos
- ❖ Desechos derivados de la construcción en cantidades mayores a cantidad mayor a 80 m<sup>3</sup>
- ❖ Lodos (tratamiento de aguas residuales)
- ❖ Residuos orgánicos
- ❖ Aparatos electrónicos
- ❖ Textiles
- ❖ Ropa clínica, ropa de cama y colchones
- ❖ Aceite vegetal
- ❖ Cualquier desecho que exceda las 10 toneladas o su equivalente.

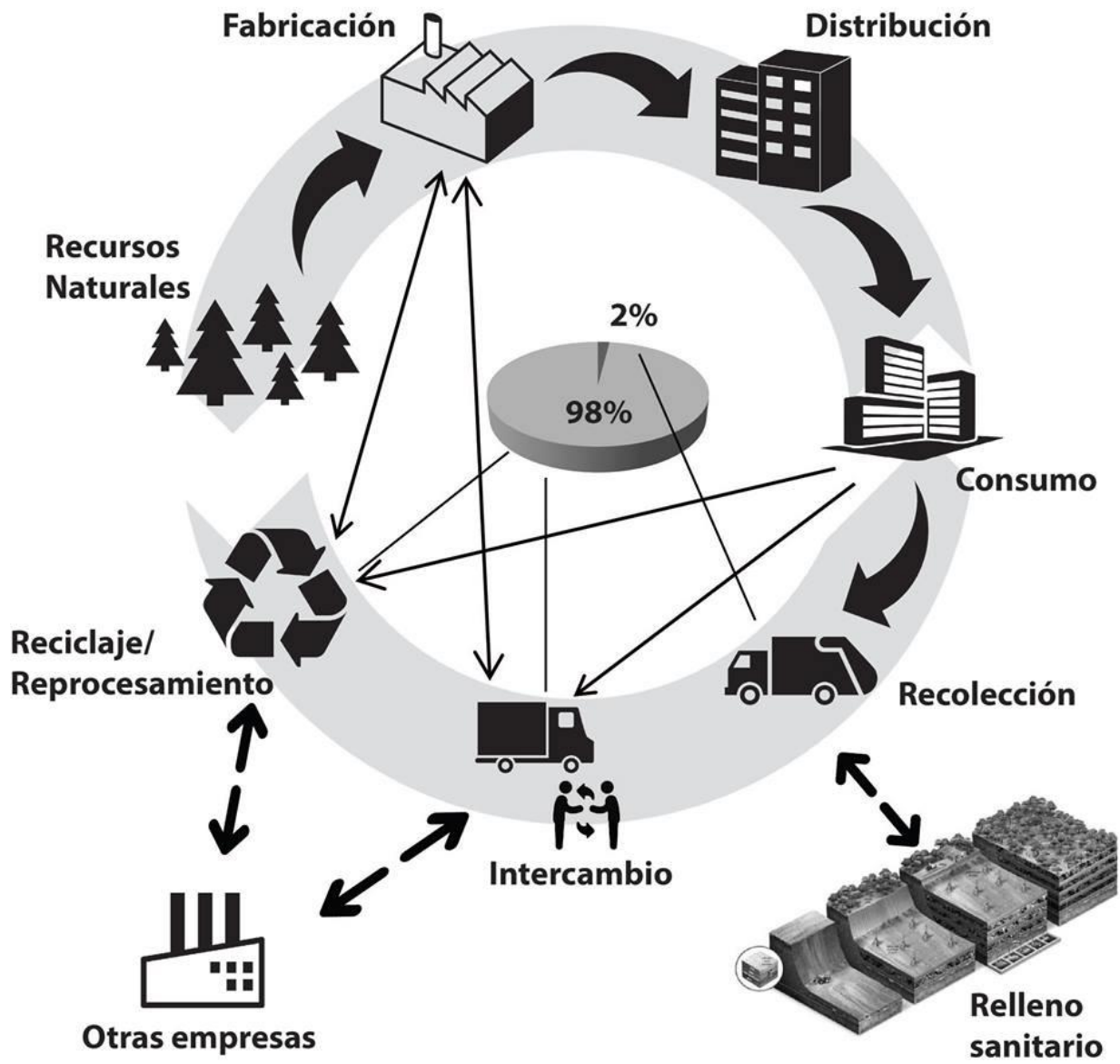
Sin embargo, se debe consultar la NOM-161-SEMARNAT-2011 para conocer a partir de qué cantidad generada por tipo de residuo aplica un Plan de Manejo.

Con la implementación de dicha norma, se esperan obtener los siguientes beneficios:

- ❖ Reducción en la explotación de los recursos naturales así como en su agotamiento.
- ❖ Ahorros en el sector productivo e ingresos extra al valorizar sus residuos.
- ❖ Fortalecimiento de las cadenas de reciclaje.
- ❖ Disminución de problemas de contaminación ambiental.
- ❖ Ampliación de la vida útil de los rellenos sanitarios.
- ❖ Mejor calidad de vida para la población.

### **3.7.2 Planes de manejo para RME**

Los planes de manejo deberán estar orientados a promover la prevención y valorización de los residuos así como su manejo integral. Dichos planes deberán fomentar acciones para optimizar los procesos productivos, tales como el reciclaje, el uso de energías limpias y el remplazo en el uso de sustancias tóxicas para los procesos de producción, reutilización de materiales e incluso el intercambio de materiales que anteriormente se desechaban (figura 3.13). El índice que dicta la norma para llevar a cabo un Plan de Manejo, está basado en lo que marca la legislación nacional.



**Figura 3.13** Empresa y consumidor empleando un Plan de Manejo

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.7.3 Descripción de puntos para la elaboración de un Plan de Manejo**

#### **A. Elementos generales.**

❖ **Datos generales de la empresa.**

Consiste en la identificación del establecimiento industrial. Es obligatorio proporcionar esta información si el Plan se presentará a las autoridades locales o federales.

❖ **Metas del Plan de Manejo de Residuos Sólidos.**

Consiste en establecer los objetivos, general y específicos; que se pretenden lograr con la aplicación del Plan de Manejo.

❖ **Participantes del Plan de Manejo.**

En esta sección, se deben incluir toda aquella persona involucrada en la elaboración del Plan de Manejo.

❖ **Modalidad del Plan de Manejo.**

Consiste en mencionar a qué modalidades pertenece el Plan de Manejo de acuerdo a lo establecido por el reglamento de la LGPGIR.

#### **B. Diagnóstico de los Residuos sujetos al Plan de Manejo.**

En esta sección se debe informar acerca de los tipos de residuos que se incluyen en el Plan de Manejo, los principales materiales que lo componen y su fuente de generación. De igual manera, se debe de informar sobre el manejo actual que tienen los residuos: las modalidades de almacenamiento y recolección y la problemática ambiental asociada al manejo actual de los residuos.

### **C. Tipo y cantidad promedio anual generada por residuo.**

En este apartado, se menciona la cantidad promedio anual de residuos generados por cada tipo de residuo descrito anteriormente.

#### **❖ Empresas prestadoras de servicios que se encargan del transporte de los residuos.**

Se deben dar a conocer los datos generales de las empresas públicas o privadas encargadas del transporte de los residuos fuera de los establecimientos industriales, las cuales deberán contar con un número de registro y/o autorización. En caso de que se cuente con transporte propio deberán proporcionarse sus datos y autorizaciones correspondientes.

### **D. Formas de manejo integral para cada residuo generado.**

En esta sección se debe hacer mención de cuál será el destino de cada residuo generado.

#### **❖ Comercialización.**

En la comercialización se muestran los datos generales de las empresas a las que se vendan o entreguen residuos reciclables.

#### **❖ Reciclado, donación o co-procesamiento.**

En este punto se proporcionan los datos generales de las empresas recicladoras a las que se vendan o entreguen los residuos, de los posibles receptores de materiales donados, de las empresas que se encarguen de su co-procesamiento o de los establecimientos industriales que los reciban para utilizarlos como insumos en sus procesos.

**❖ Disposición final de los residuos.**

En esta sección, se deben de indicar los datos generales del sitio autorizado al que se envían los residuos.

**E. Medidas para prevenir la generación de RME o para su aprovechamiento dentro de los establecimientos industriales.**

En este apartado se deben describir las opciones utilizadas para evitar la generación de residuos en la fuente o para su reutilización y aprovechamiento interno.

**F. Estrategias de prevención y contingencia.**

Este punto hace referencia a la descripción de medidas o planes adoptados para responder a cualquier evento que pudiera ocasionar problemas en el flujo de manejo de residuos. Tales como: retraso en la recolección de residuos o inundaciones.

**G. Mecanismos de control y monitoreo para el seguimiento del Plan de Manejo.**

Esta sección consiste en mencionar las estrategias utilizadas para el control, monitoreo y seguimiento del Plan de Manejo, como también indicadores de desempeño.

### **3.8 Deshidratación solar como tratamiento para la fracción orgánica**

En los mercados públicos, diariamente se desechan altas cantidades de residuos alimenticios (alrededor de 2 t/día), que son el resultado del consumo en locales de venta de alimentos o venta de frutas y verduras. En dichos locales, es común descartar aquellos productos que no cuenten con estándares de calidad. Al no ser aprovechados dichos productos, estos se convierten en residuos alimenticios los cuales son transportados ya sea a plantas de compostaje de la Ciudad de México, rellenos sanitarios o en el peor de los casos, a tiraderos clandestinos en donde se degradan naturalmente.

Los residuos alimenticios, pueden llegar a ser aprovechados, mediante la captura del gas metano generado a partir de grandes cantidades (800 t/día aproximadamente) y contar con instalaciones adecuadas para su aprovechamiento (López y Humarán, 2001). Este proceso, implica la pérdida del contenido de material nutritivo.

Por otro lado, uno de los mayores problemas asociados de utilizar los residuos alimenticios provenientes de supermercados, casa-habitación o mercados públicos y emplearlos como alimento para la industria ganadera presenta algunas desventajas que limitan su facilidad de uso. Por ejemplo, su alto contenido de humedad excede el cual supera el 80% (Ramos et al., 2016), lo cual se traduce en mayores dificultades para su manejo y puede llegar a facilitar el proceso de putrefacción realizada por microorganismos. Tal problema se puede entender a través de la formación de hongos o bacterias pocos días después de su eliminación (Nijmeh, 1998). Dichas formaciones evitan el uso de los residuos alimenticios para llegar a ser consumidos por animales, por lo que se requiere de un proceso de deshidratación.

Un tratamiento viable para el aprovechamiento de dichos residuos es a través de la deshidratación solar, donde el contenido de agua en los residuos llega a ser cercano a cero, y por lo tanto no es posible la proliferación bacteriana. La deshidratación solar es un método ampliamente usado para deshidratar alimentos o residuos alimenticios



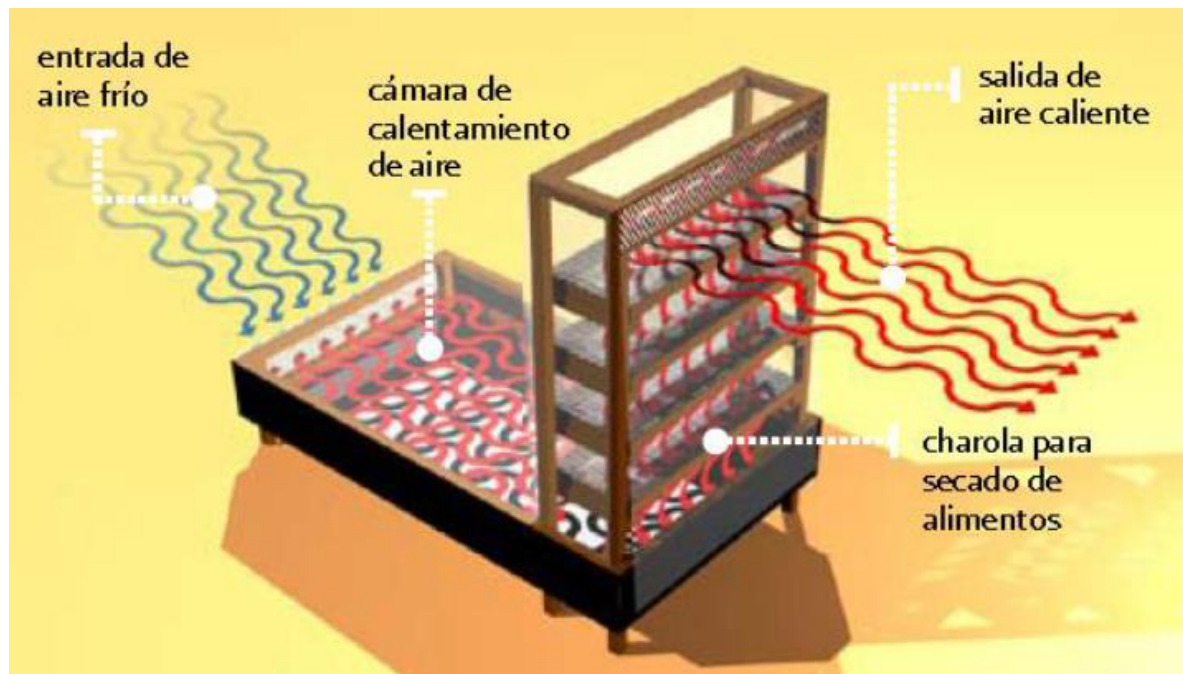
en donde se lleva a reducir el volumen del producto en un 50% y su peso en un 80%, permitiendo mayor facilidad de manejo y transporte.

En la actualidad, existen diferentes tipos de deshidratadores solares, los cuales ofrecen un amplio rango de oportunidades para lograr tratamientos apropiados para alimentos o residuos alimenticios.

Los dos elementos básicos de un deshidratador solar son el colector, en donde la radiación calienta el aire y la cámara de secado donde el producto o residuo es secado gracias al paso del aire (Finck, 2013). Estos elementos pueden ser diseñados para ser integrados en el deshidratador solar de dos distintas maneras (Gamaliel, 2002):

**Deshidratador solar indirecto.** En el deshidratador solar indirecto el colector y la cámara de secado están separados, el aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar, este tipo de secado es esencialmente de un deshidratador convencional sobre el cual el sol actúa como fuente energética.

En la figura 3.14 se muestra un ejemplo de un deshidratador solar indirecto. Básicamente, los rayos solares atraviesan ya sea el vidrio o plástico, los cuales son absorbidos calentando el aire. La entrada de aire siempre debe ser accesible para que este se pueda estar renovando, se caliente y ascienda hacia la cámara de secado. En la cámara, se encuentra el producto a deshidratar que absorbe el calor generado acumulándolo. Posteriormente se encuentra una especie de que funciona como chimenea para la salida del aire caliente. De este modo, se forma una convección natural de aire cálido, que resta humedad a los productos o residuos a deshidratar. En algunos casos, las aberturas para la entrada y salida del aire están cubiertas por una malla mosquitera para evitar el paso a insectos.



**Figura 3.14** Deshidratador solar de tipo armario

*Fuente: Rocha, 2015.*

**Deshidratador solar directo.** En este tipo de deshidratador, el colector y la cámara de secado están juntos. La cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar.

En los deshidratadores directos (figura 3.15), la radiación solar es absorbida por el mismo producto o residuo, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua contenida. Esto se debe a que la presión de vapor en la superficie del producto crece por la absorción de radiación solar. Por lo tanto, el gradiente de presiones de vapor entre el producto y aire se hace mayor y se acelera el secado. La combinación de colector y cámara en una sola unidad puede ser una opción más económica en muchos casos, especialmente en deshidratadores solares de menor tamaño.

Este tipo de deshidratadores casi siempre cuentan con circulación de aire por convección natural. Esto hace que el control del proceso sea poco confiable en algunos casos.

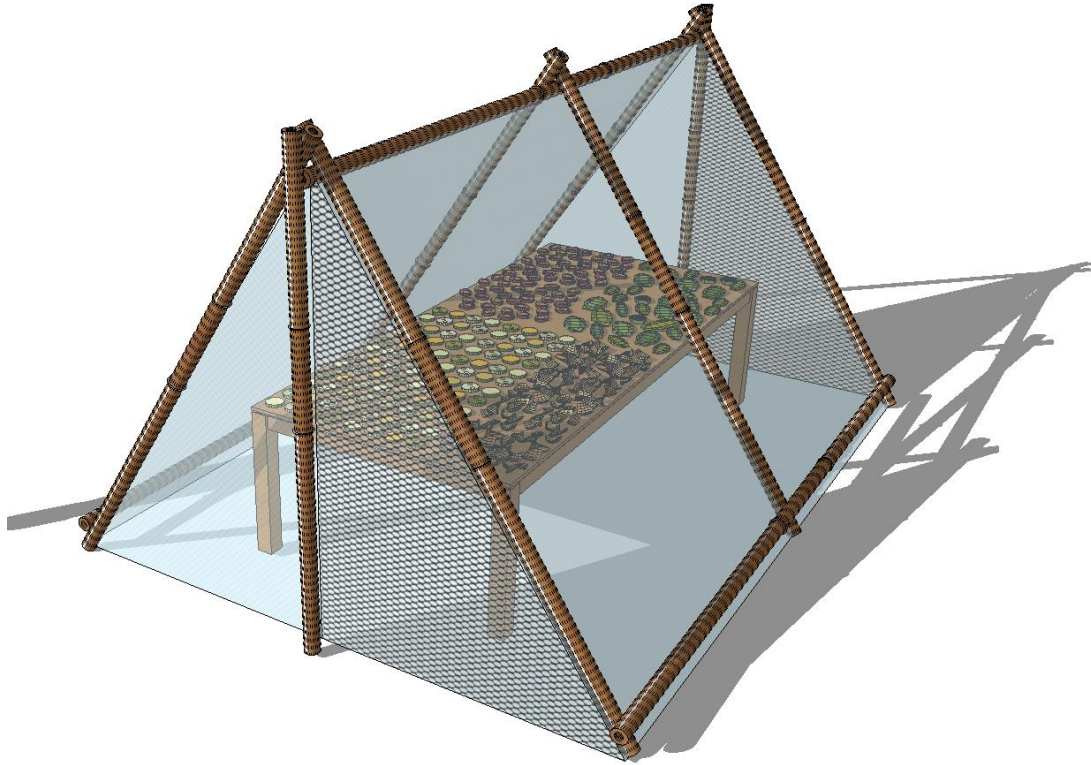


**Figura 3.15** Deshidratador solar directo

Fuente: <http://www.sustentartv.com/>

También los deshidratadores solares están clasificados por la forma en la que son construidos: de tipo carpa, armario y túnel.

**Deshidratador solar tipo carpa.** En este tipo de deshidratador solar el colector y la cámara están juntos (figura 3.16). Los productos a secar reciben radiación solar directamente. Cabe mencionar que este tipo de deshidratador junto con los anteriormente mencionados, cuenta con las ventajas de ser una tecnología sencilla y de bajo costo (Chávez, 2010).



**Figura 3.16** Deshidratador solar tipo carpa

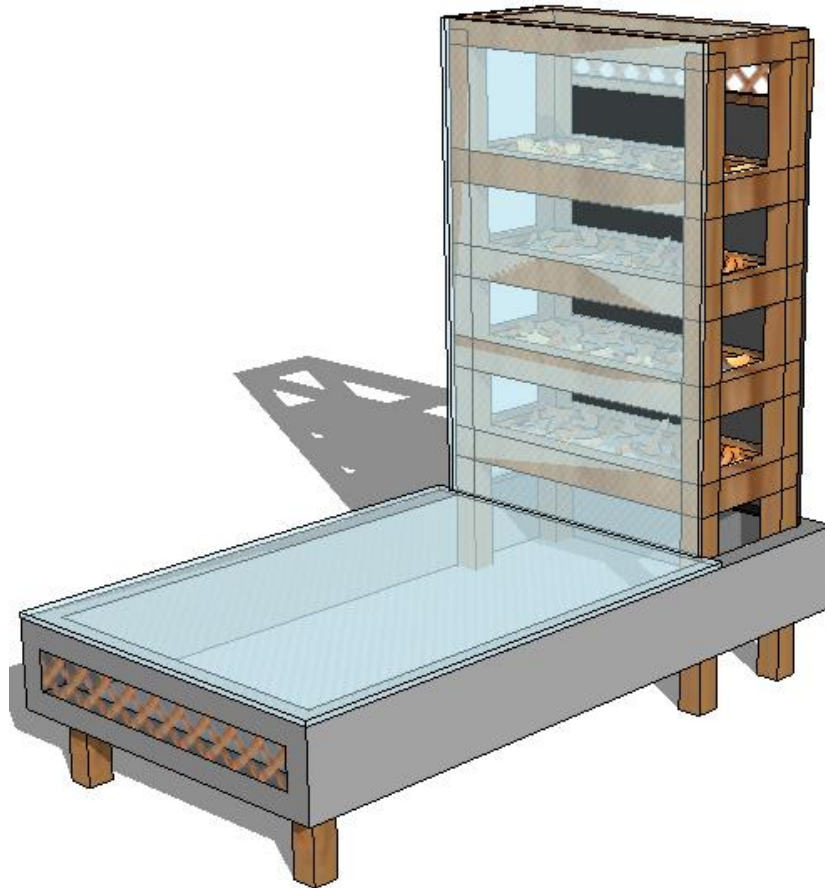
*Fuente: Elaboración propia.*

**Deshidratador solar tipo armario.** Es un modelo más complejo para secar todo tipo de alimentos o residuos, especialmente para aquellos que necesitan mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales (figura 3.17).

Consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinado, unidos entre sí en la parte inferior de la cámara. En ésta se encuentran superpuestas varias bandejas de secado removibles con tejido. Las bandejas están protegidas por una especie de puerta colocada en la pared trasera de la cámara. El colector puede cubrirse con plástico o vidrio. En su interior una cubierta de polietileno de alta densidad color negro para aumentar su superficie de intercambio de calor con el aire.

El aire entra por la extremidad inferior del colector, que está cubierta por una malla mosquitero en donde se calienta gradualmente hasta una temperatura de 25 a 30°C

superior a la temperatura ambiental. Finalmente, el aire entra por la cámara, donde atraviesa las bandejas ejerciendo su poder secador. Un extractor de aire en la parte superior de la cámara garantiza la buena ventilación del deshidratador (Chávez, 2010).



**Figura 3.17** Deshidratador solar tipo armario

*Fuente: Elaboración propia.*

**Deshidratador solar tipo túnel.** Este modelo sirve para pequeños emprendimientos industriales (figura 3.18). Consiste en un túnel horizontal elevado con una base rígida (comúnmente fabricada de hierro o madera), y una cobertura transparente de lámina de polietileno de larga duración, igual que el tipo carpa.

El aire circula en forma horizontal a través de todo el túnel. Ingresa por un extremo y sale por el otro, generalmente con la ayuda de un ventilador eléctrico. En sitios sin energía eléctrica está apoyado por una chimenea ubicada en la salida del deshidratador solar. Esta estructura se coloca sobre caballetes (estructura vertical de madera o metal que sirve de soporte). Las bandejas de secado son removibles y se pueden estirar lateralmente. Debido a la altura relativamente grande de las bandejas, es posible secar también productos que ocupan mucho volumen, tales como hierbas o flores.

La entrada y la salida del aire están protegidas con una malla mosquitera para evitar el ingreso de insectos. Para una deshidratación solar más eficaz, se puede agregar un sistema de calefacción auxiliar (López y Vanegas, 2009).

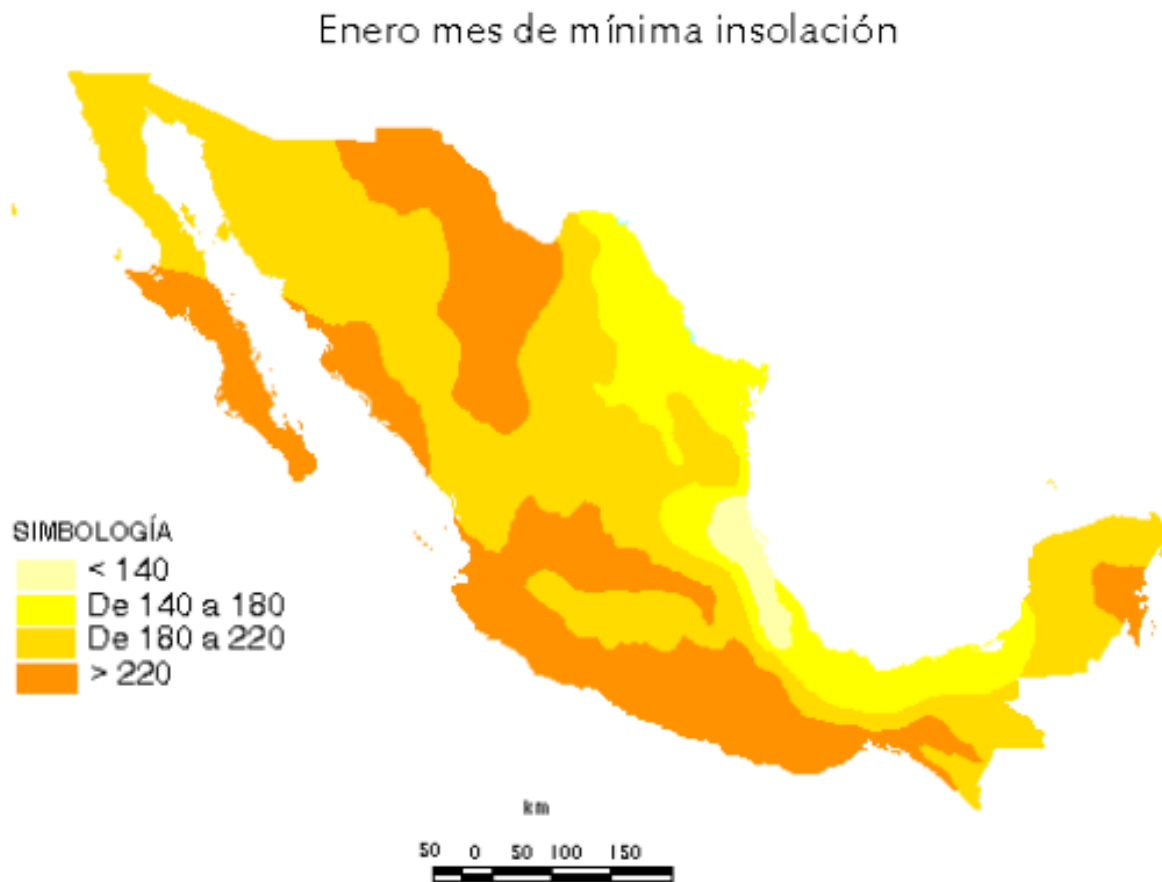


**Figura 3.18** Deshidratador solar tipo túnel

Fuente: <http://www.pqa.com.co/secadores>

### 3.9 Radiación solar en México

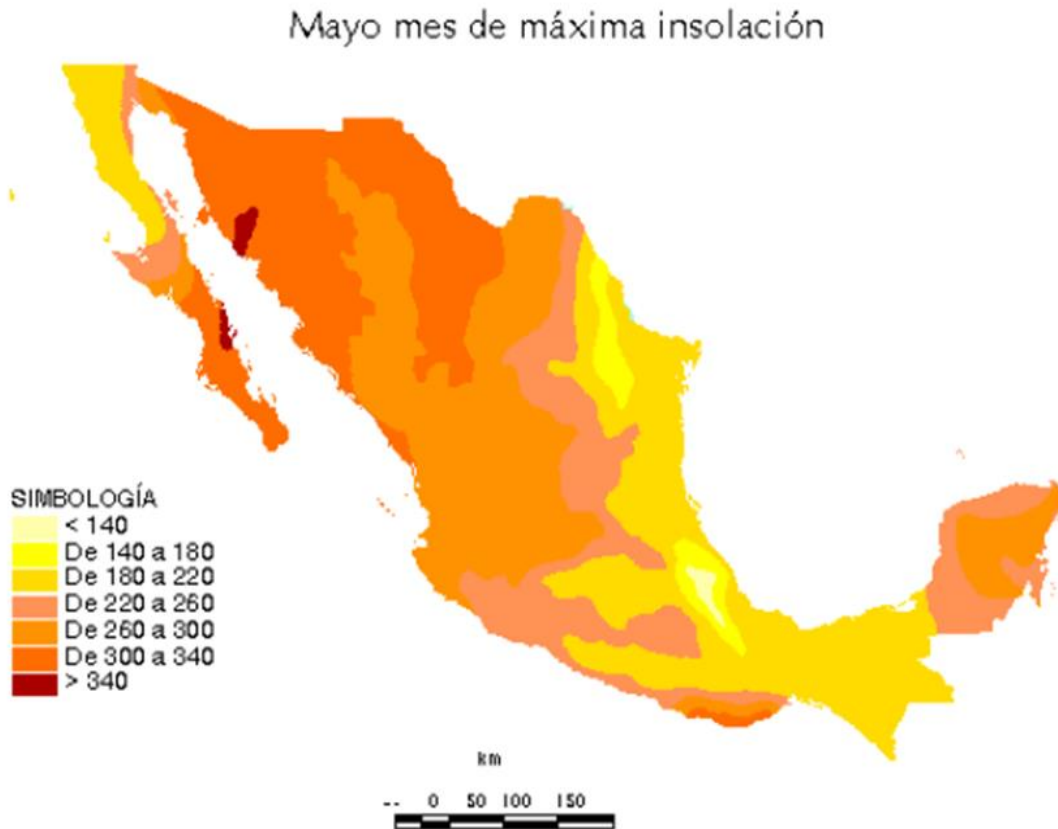
México es un país con alta incidencia de energía solar en la mayoría de su territorio. La mitad del territorio nacional presenta una insolación promedio de 5.3 kWh/m<sup>2</sup> al día. Esto nos coloca en una situación muy favorable para el aprovechamiento de la energía solar (Brown, 2008). Sin embargo, en la actualidad la energía solar está siendo desperdiciada. En la figura 3.19, se muestra el país de México en donde se indica la distribución de las zonas con la mínima radiación solar en el mes de enero medida en W/m<sup>2</sup>.



**Figura 3.19** Radiación solar mínima en México

*Fuente: Brown, 2008.*

De igual manera, en la figura 3.20 se muestra el país de México en donde se indica la distribución de las zonas con la máxima radiación solar en el mes de mayo (considerando el comienzo del verano), medida en  $W/m^2$ .



**Figura 3.20** Radiación solar máxima en México

*Fuente: Brown, 2008.*

Con base a las condiciones requeridas para la aplicación de los deshidratadores solares como tratamiento de residuos alimenticios en México, se puede decir que estos son totalmente viables en cualquier zona del país a nivel casero como también a nivel industrial debido a que México es un país con alta insolación.



## 4. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología que se siguió para cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo.

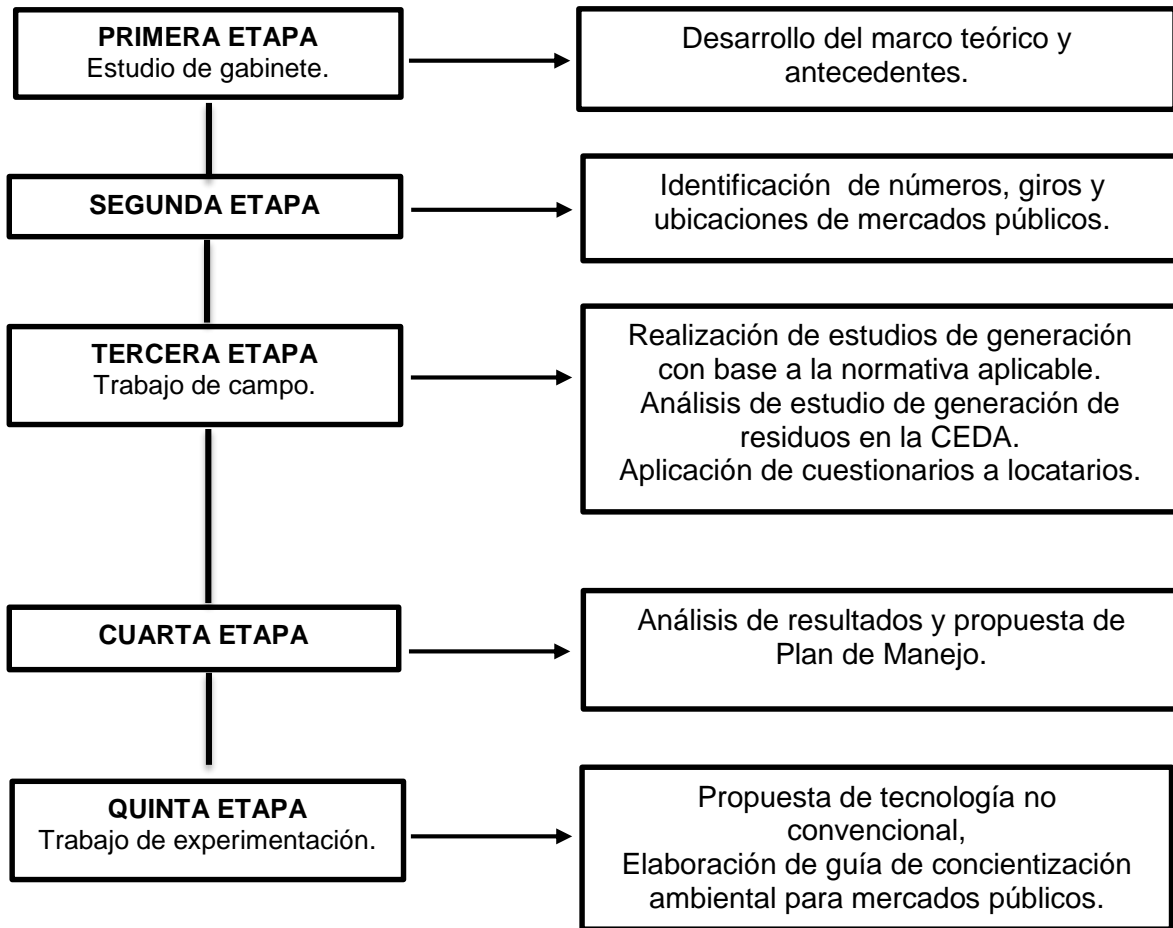
La metodología se llevó a cabo en 5 etapas. En la **primera etapa**, se realizó una investigación bibliográfica sobre estudios y planes de manejo de RS en mercados públicos para conformar el capítulo de antecedentes y marco teórico. La **segunda etapa** consistió en analizar los tipos de giros que existen actualmente, el número de locales y la ubicación con base a estratos socioeconómicos de los mercados públicos de la Ciudad de México y así, delimitar el universo de estudio a solo los mercados públicos tradicionales que estuvieran compuestos de 200 locales o más y así, seleccionar un mercado público ubicado en estrato socioeconómico bajo y otro en estrato socioeconómico medio.

Durante la **tercera etapa** se realizaron estudios de generación en las áreas de estudio seleccionadas, bajo los lineamientos de la normativa mexicana ambiental. Después de obtener dichos resultados, en la **cuarta etapa** se realizó el análisis de resultados que se obtuvieron a partir de los estudios de generación que se llevaron a cabo en los mercados públicos tradicionales y en particular se analizó el estudio de generación de la CEDA, ubicada en un estrato socioeconómico bajo, para la selección de alternativas a ser incorporadas dentro de la propuesta de Plan de Manejo.

En la **quinta etapa** se finalizó la propuesta del Plan de Manejo para mercados públicos tomando como caso estudio la CEDA. Así mismo, se procedió a seleccionar la tecnología más apropiada para brindar tratamiento a la fracción orgánica, en donde al final se les brinde un valor agregado; que pueda ser tomada como modelo para cualquier mercado público independientemente del giro que trate.

De igual forma se elaboró una guía de concientización ambiental, donde la meta fue informar y sensibilizar a los locatarios, personal administrativo administración y público

en general que acude a los mercados públicos sobre el manejo adecuado de los RS que se generan dentro de dichos establecimientos. En la figura 4.1 se muestra el diagrama de flujo de las actividades llevadas a cabo.



**Figura 4.1** Diagrama de flujo de la metodología

A continuación se detalla cada una de las etapas de la metodología.

#### **4.1 Etapa 1. Análisis bibliográfico**

La primera etapa consistió de una revisión bibliográfica para el desarrollo del marco teórico sobre residuos sólidos, como se encuentran definidos por la Ley, su clasificación y composición promedio. Después, se prosigió con la revisión de la

información existente sobre los mercados públicos en la Ciudad de México y como se practican las etapas para el manejo de residuos. De igual manera, se realizó una revisión sobre el marco legal que aplica para los residuos generados por los mercados públicos. Se revisó la NOM-161-SEMARNAT-2011 y el plan obligatorio que establece para todo aquel generador de RME. Así mismo, se realizó una exhaustiva revisión sobre trabajos relacionados con planes de manejo de RS para mercados públicos que se utilizó para la elaboración de los antecedentes.

#### **4.2 Etapa 2. Delimitación del universo de estudio**

La segunda etapa consistió en delimitar el universo de estudio para llevar a cabo los estudios de generación de residuos. Es decir, con base a los 329 mercados públicos que existen actualmente en la Ciudad de México, se reunieron sólo los mercados públicos de tipo tradicional que estuviesen compuestos de 200 locales o más y con una ubicación en un estrato socioeconómico medio y/o alto. Esto con la meta de obtener una mayor variación de residuos con respecto a su composición física.

#### **4.3 Etapa 3. Trabajo de campo**

La tercera etapa consistió en realizar estudios de generación en los mercados públicos tradicionales seleccionados: Mercado Xóchitl y Mercado Coyoacán. Los estudios de generación se realizaron con base a la normativa mexicana NMX-AA-15-1985 para el método de cuarteo y la NMX-AA-22-1985 para la selección y cuantificación de subproductos. Asimismo, para la realización del muestreo se requirió del siguiente material:

- ❖ Bieldos y palas
- ❖ Escobas
- ❖ Bolsas de PE-HD calibre de 200
- ❖ Báscula electrónica
- ❖ Batas, guantes y tapabocas
- ❖ Papelería y varios.

Se analizaron y compararon los estudios de generación, en particular el estudio de generación de RS para el caso estudio (CEDA); con la meta de conocer las cantidades y composición de residuos generados para la selección de alternativas de manejo y tratamiento.

Asimismo, como complemento a la información obtenida a partir de los estudios de generación, se aplicaron 15 cuestionarios exclusivamente a los locatarios de los mercados públicos tradicionales de forma verbal, para conocer las prácticas actuales en el manejo de RS generados. Los cuestionarios fueron realizados al azar y con base a su disposición.

Las preguntas involucradas en los cuestionarios fueron las siguientes:

- i. Para usted, ¿qué son los residuos sólidos?
- ii. En la actualidad, ¿el mercado cuenta con una separación de residuos?
- iii. ¿Cuentan con algún programa de reúso, aprovechamiento o reciclaje para uno o varios residuos?
- iv. ¿Qué tipo de residuos se generan en su local?
- v. ¿Qué residuo(s) es el que se genera en mayor cantidad?
- vi. ¿Por cuánto tiempo se almacenan los residuos en su local y áreas comunes?
- vii. ¿Se han presentado problemas por el almacenamiento de residuos?
- viii. ¿Cuál es la frecuencia de recolección de los residuos?
- ix. ¿Quién es el encargado de recolectar los residuos en los mercados públicos?
- x. ¿Cuánto pagan por camión o tonelada de RSU que se llevan?
- xi. ¿Conoce tratamientos para los residuos alimenticios?
- xii. ¿Le interesaría aprovechar los residuos alimenticios de manera eficiente y económica?

#### **4.4 Etapa 4. Propuesta de alternativas para la elaboración del Plan de Manejo para mercados públicos.**

La cuarta parte consistió en la evaluación y análisis de los resultados obtenidos de los estudios de generación realizados en los mercados públicos tradicionales y en la CEDA y sobre la aplicación de cuestionarios, para analizar y proponer alternativas más aptas para el manejo y tratamiento de los RS generados.

Se propusieron alternativas para cada etapa del manejo de los residuos generados. Esto involucra las etapas de generación, separación y almacenamiento, recolección y transporte y tratamiento; destinando así una mínima cantidad de residuos a disposición final (rellenos sanitarios). Dichas alternativas propuestas se describen a detalle en el capítulo de resultados.

#### **4.5 Etapa 5. Propuesta de tecnología para la fracción orgánica y elaboración de guía de concientización para mercados públicos.**

La quinta etapa consistió en la selección de la tecnología más apropiada que pueda ser tomada como modelo para cualquier mercado público independientemente del giro que trate.

Se seleccionó la deshidratación solar como tratamiento no convencional para la fracción orgánica, en donde dichos residuos puedan ser incorporados a la cadena productiva como alimento para animales de ganado, rumiantes (cabras, ovejas, borregos, etc.) o incluso mascotas (perros y gatos). La meta es que los deshidratadores solares puedan ser incorporados dentro de los mercados públicos con facilidad y el producto obtenido sea comercializado.

Se construyeron tres deshidratadores solares tipo armario. Los materiales y herramientas para su construcción solares se presentan en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Materiales y herramientas para la construcción de los deshidratadores solares tipo armario

<b>Materiales</b>	<b>Herramientas</b>
Polietileno de alta densidad.	Desarmador.
Malla mosquitera.	Martillos.
Madera.	Engrapadora industrial.
Plástico transparente de alta densidad.	Cinta métrica.
Grapas.	Cúter.
Clavos de 1" y 1 ¼".	Caladora marca: Black Decker.

Los componentes que constituyeron al deshidratador solar fueron: el colector, que corresponde a la entrada del aire; y la cámara de secado, que corresponde al área donde se colocan los productos a deshidratar. De igual forma se construyeron tres bastidores, cuya función es actuar como bandejas los cuales se colocan dentro de la cámara.

El polietileno de alta densidad, malla mosquitera y plástico transparente se utilizaron para cubrir el deshidratador solar y evitar que el aire caliente se escape. También en la parte superior se adaptó una chimenea para la salida del aire. En la figura 4.2, se muestra el forrado de los componentes del deshidratador solar con polietileno de alta densidad.



**Figura 4.2** Forrado de las tablas de madera con PEHD negro

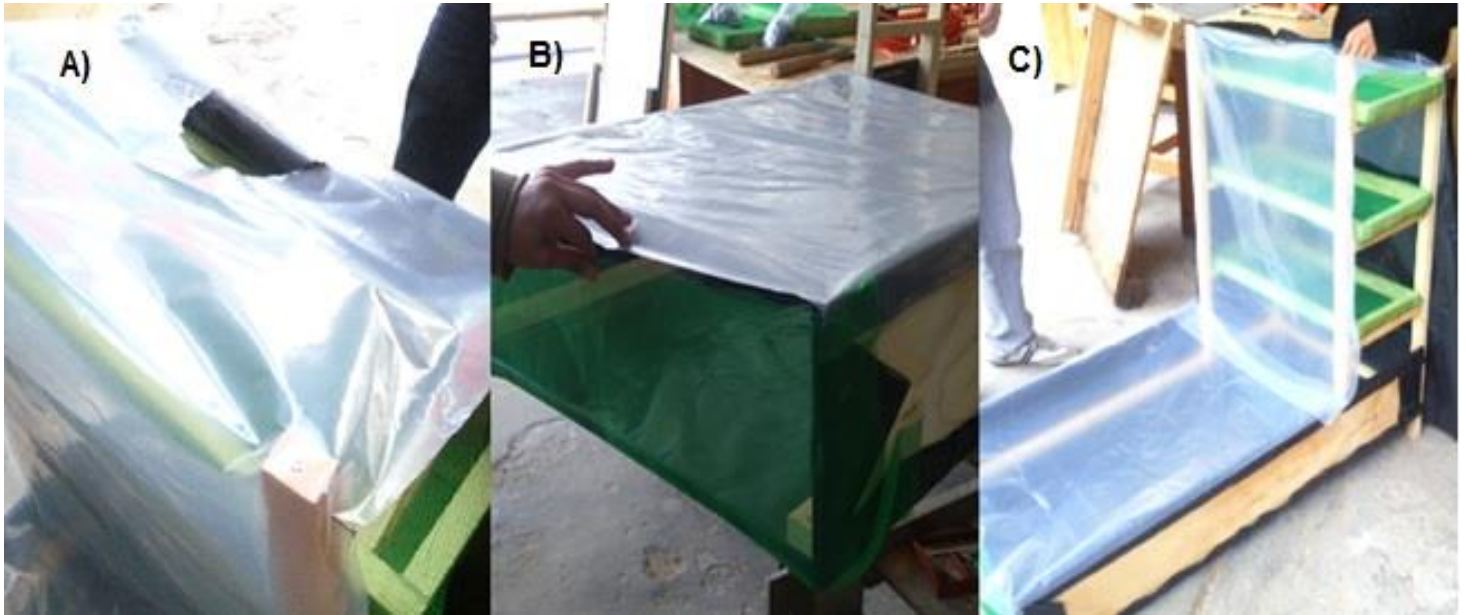
A continuación, se procedió a construir el deshidratador solar junto con los bastidores forrados con malla mosquitera (ver figura 4.3).



**Figura 4.3** Deshidratador solar en proceso de fabricación con bastidores

En la figura 4.4 se muestra la chimenea del deshidratador solar (A), la malla mosquitera para evitar el paso a mosquitos u otros insectos pequeños (B) y finalmente el forrado con plástico transparente rígido (C).





**Figura 4.4** A) Chimenea para la salida del aire B) Malla mosquitera para evitar la entrada de mosquitos o insectos C) Forrado y terminado del deshidratador solar

La fracción orgánica propuesta a deshidratar fueron cáscaras de cítricos: naranjas, toronjas y limas (figura 4.5).



**Figura 4.5** Residuos de cítricos a deshidratar con energía solar

Se colocaron 3 kilogramos de cáscaras de cítricos distribuidos en los deshidratadores solares (figura 4.6), exponiéndolos al sol durante un periodo de 5 horas aproximadamente. Desde las 11:00 a 15:00 horas, horario que corresponde a la máxima insolación y aprovechamiento de la radiación solar (Matsumoto et. al., 2014) por 5 días.



**Figura 4.6** Deshidratadores solares con cáscaras de cítricos

De igual manera, se tomó la temperatura en el interior de los deshidratadores y temperatura ambiente con un termómetro termopar registrador de datos marca Extech modelo EA15 y la radiación solar absorbida a través de un pirómetro marca LabQuest 2 (ver figura 4.7).



**Figura 4.7** Medición de temperatura y radiación solar en deshidratador solar

Posterior al proceso de deshidratación solar, se tomaron muestras de los residuos cítricos (peso húmedo y seco) para llevar a cabo un análisis de química proximal y cuenta de mohos y levaduras con la participación del laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica y el laboratorio de Medicina preventiva de la Facultad de Veterinaria de la UNAM.

Por otro lado, se elaboró la guía de concientización ambiental para los locatarios, personal administrativo y público en general que asiste a los mercados públicos de la Ciudad de México en donde se incluyó información sobre el manejo adecuado de los RS.

## **5. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos con base a los objetivos planteados se muestran a continuación.

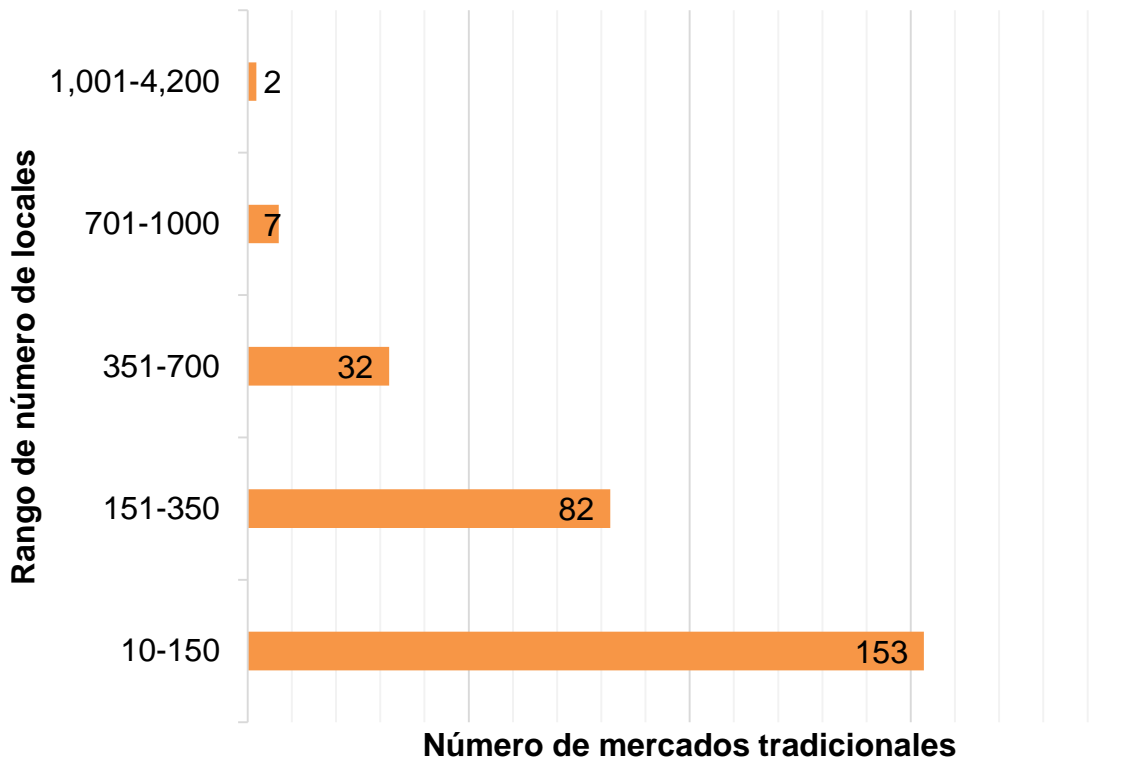
### **5.1 Revisión bibliográfica**

Con base a la investigación bibliográfica, a nivel nacional se identificaron las leyes y normas en relación con los planes de manejo de los residuos sólidos. Sin embargo, la normativa mexicana dirigida específicamente a la generación de RS en mercados públicos es nula. Por otro lado, se desarrolló el capítulo de antecedentes donde se descubrió escasa información relacionada con planes de manejo de residuos para mercados públicos. No obstante, en el año 2006 se creó un procedimiento oficial para la separación y recolección selectiva de RS en mercados públicos y concentraciones del Distrito Federal como complemento de la LRSDF, cuya finalidad es cumplir con lo establecido en dicha Ley en materia de planes de manejo y separación.

### **5.2 Mercados públicos de la Ciudad de México**

Se investigó el número de mercados públicos que existen actualmente, el cual corresponde a 329 distribuidos en las 16 delegaciones. Los mercados públicos en la Ciudad de México se encuentran clasificados por tipo (tradicional, especializado y regional) y por tamaño (número de locales), como ya fue anteriormente mencionado en el capítulo 2.

Del total de mercados públicos registrados al 2016, solo 276 corresponden al tipo tradicional con variaciones en el número de locales que poseen (ver figura 5.1).



**Figura 5.1** Número de mercados públicos tradicionales por rango de locales

### 5.3 Estudios de generación

Los mercados públicos de tipo tradicional seleccionados para los estudios de generación fueron: el **Mercado Xóchitl** (447 locales), el cual se encuentra ubicado en una zona con nivel socioeconómico medio y con dirección en calle 16 de septiembre entre Francisco I. Madero y Nuevo León, en la colonia Barrio El Rosario, Delegación de Xochimilco y el **Mercado Coyoacán** (464 locales), que corresponde a un estrato socioeconómico alto, ubicado en calle Ignacio Allende S/N Colonia del Carmen, Delegación de Coyoacán.

Ambos estudios de generación fueron llevados a cabo *in situ*, es decir, en el área donde se almacenan temporalmente los residuos (ver figura 5.2). Cabe mencionar, que en el sitio de almacenamiento temporal del Mercado Xóchitl se depositan residuos provenientes de casas cercanas a la zona, barrenderos y residuos de los locales que

se encuentran por fuera del mercado. Para evitar cualquier tipo de contaminación, se estableció un horario por la mañana con el personal de limpieza encargado de la recolección.



**Figura 5.2** Almacenamiento temporal de RS del Mercado Xóchitl

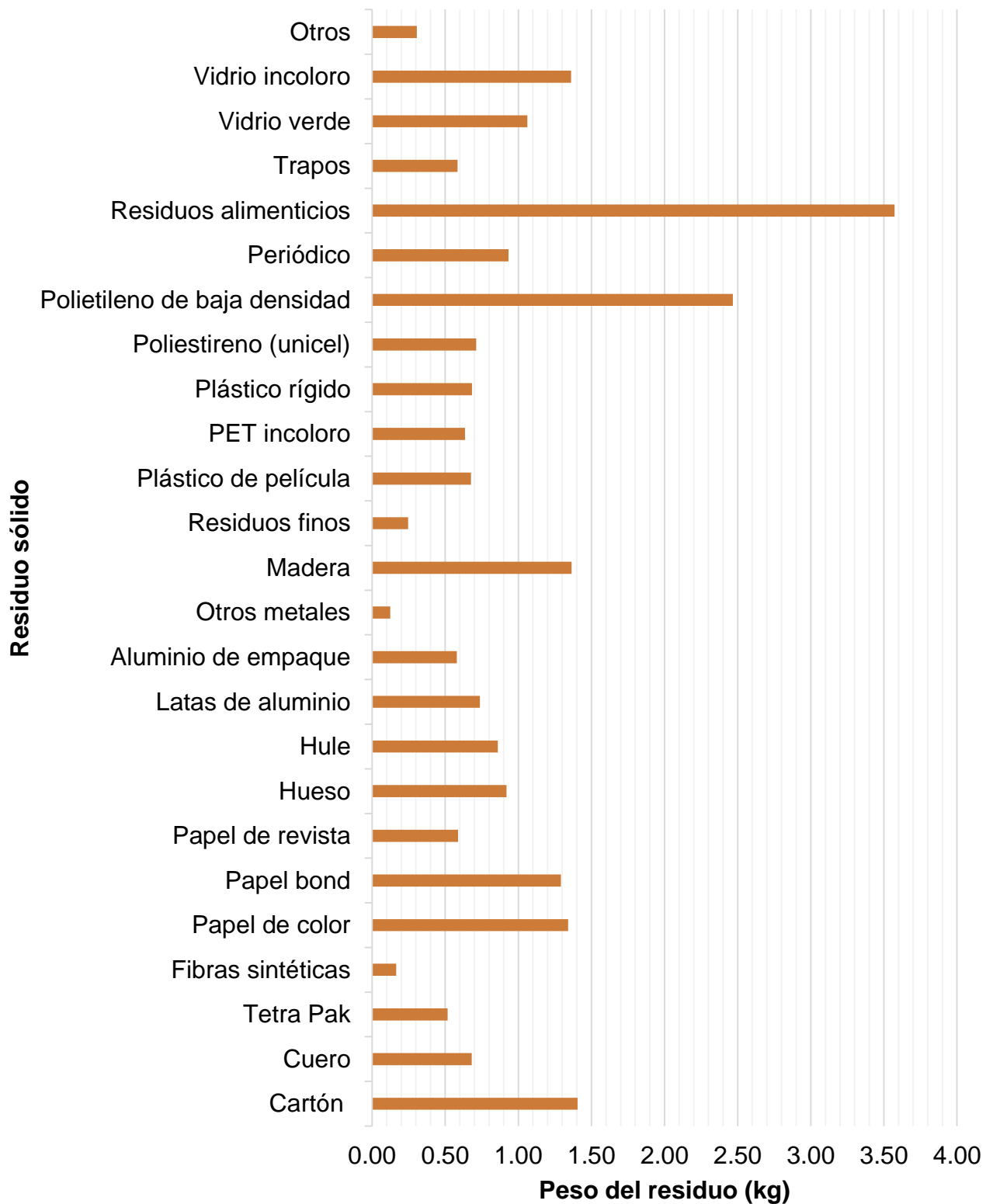
Para el caso del Mercado Coyoacán, el sitio de disposición temporal de sus residuos es de menor capacidad. El mayor de los problemas son los residuos orgánicos, en donde su generación, en la mayoría de los casos; sobrepasa la capacidad del sitio de almacenamiento. Esto sucede con mayor frecuencia en días festivos tanto con los residuos orgánicos como inorgánicos (figura 5.3).



**Figura 5.3** Sitio de disposición final de fracción orgánica en el Mercado Coyoacán

El manejo de los residuos es un poco distinto al Mercado Xóchitl. En el Mercado Coyoacán, los locatarios son responsables de depositar los residuos generados en el sitio de disposición temporal cuando lo consideren necesario. No se cuenta con personal de limpieza encargado de la recolección interna.

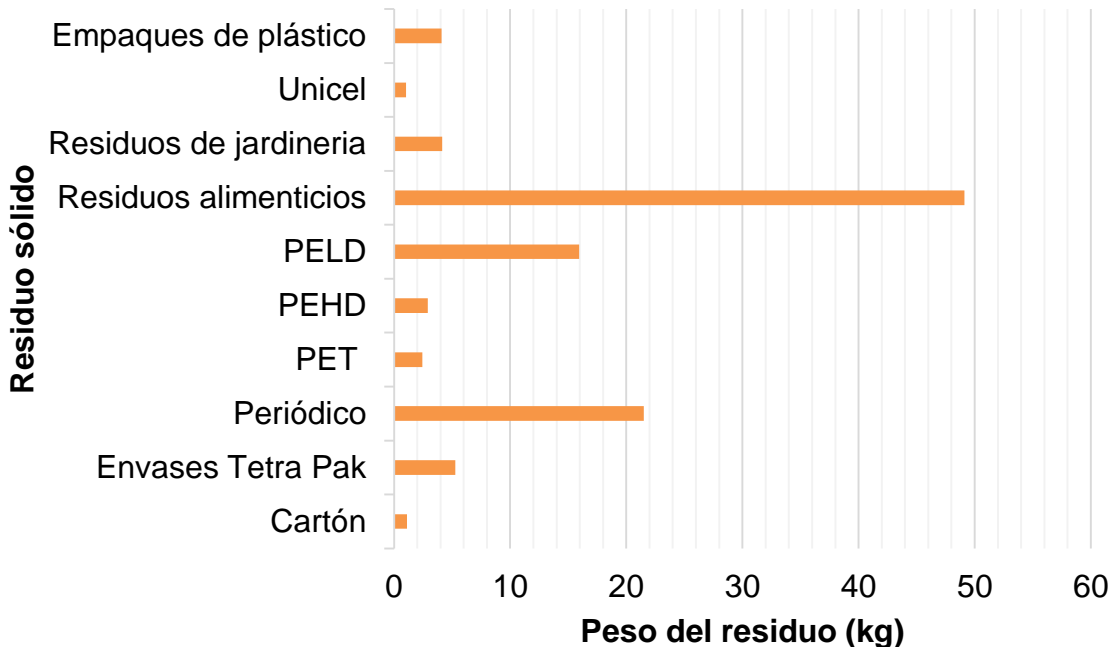
En la figura 5.4, se presentan los resultados obtenidos a partir del estudio de generación realizado en el Mercado Xóchitl.



**Figura 5.4** Subproductos del Mercado Xóchitl



Así mismo, en la figura 5.5 se muestran los resultados del estudio de generación realizado en el Mercado Coyoacán.



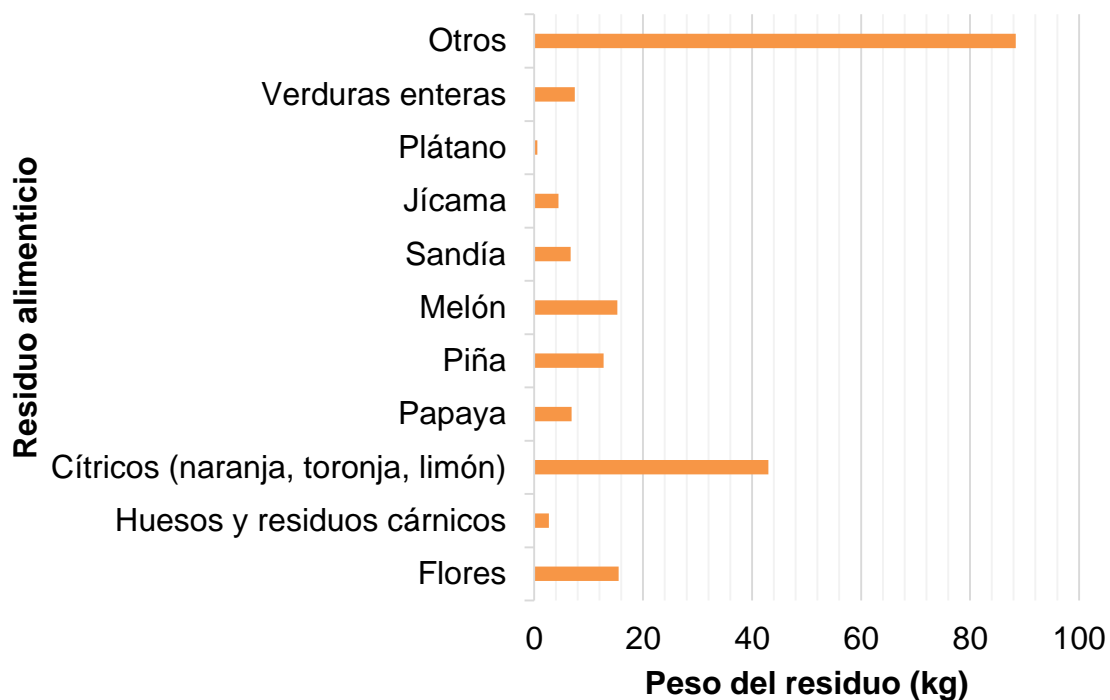
**Figura 5.5** Subproductos de Mercado Coyoacán

Es importante mencionar, que en el Mercado Coyoacán aprovechan al máximo los residuos derivados del cartón (ver figura 5.6). Dichos residuos son recolectados por los locatarios para posteriormente ser reusados o destinados a venta.



**Figura 5.6** Cartones apilados para venta a reciclaje

De igual manera, como ya se explicó en el capítulo de la metodología; se llevó a cabo un estudio de generación exclusivamente para la fracción orgánica generada en el Mercado Coyoacán (figura 5.7), con el fin de identificar los residuos orgánicos más aptos para ser deshidratados a través de energía solar y así, utilizarlos como alimento para ganado, rumiantes y/o mascotas. Se seleccionó el Mercado Coyoacán para dicho estudio debido a que los residuos orgánicos se presentaron con un grado menor de contaminación a comparación con los residuos del Mercado Xóchitl, ya que en dicho mercado no se tienen áreas divididas en el sitio de disposición final para los residuos orgánicos e inorgánicos y se cuenta con acceso frecuente de perros callejeros.



**Figura 5.7** Residuos alimenticios del Mercado Coyoacán

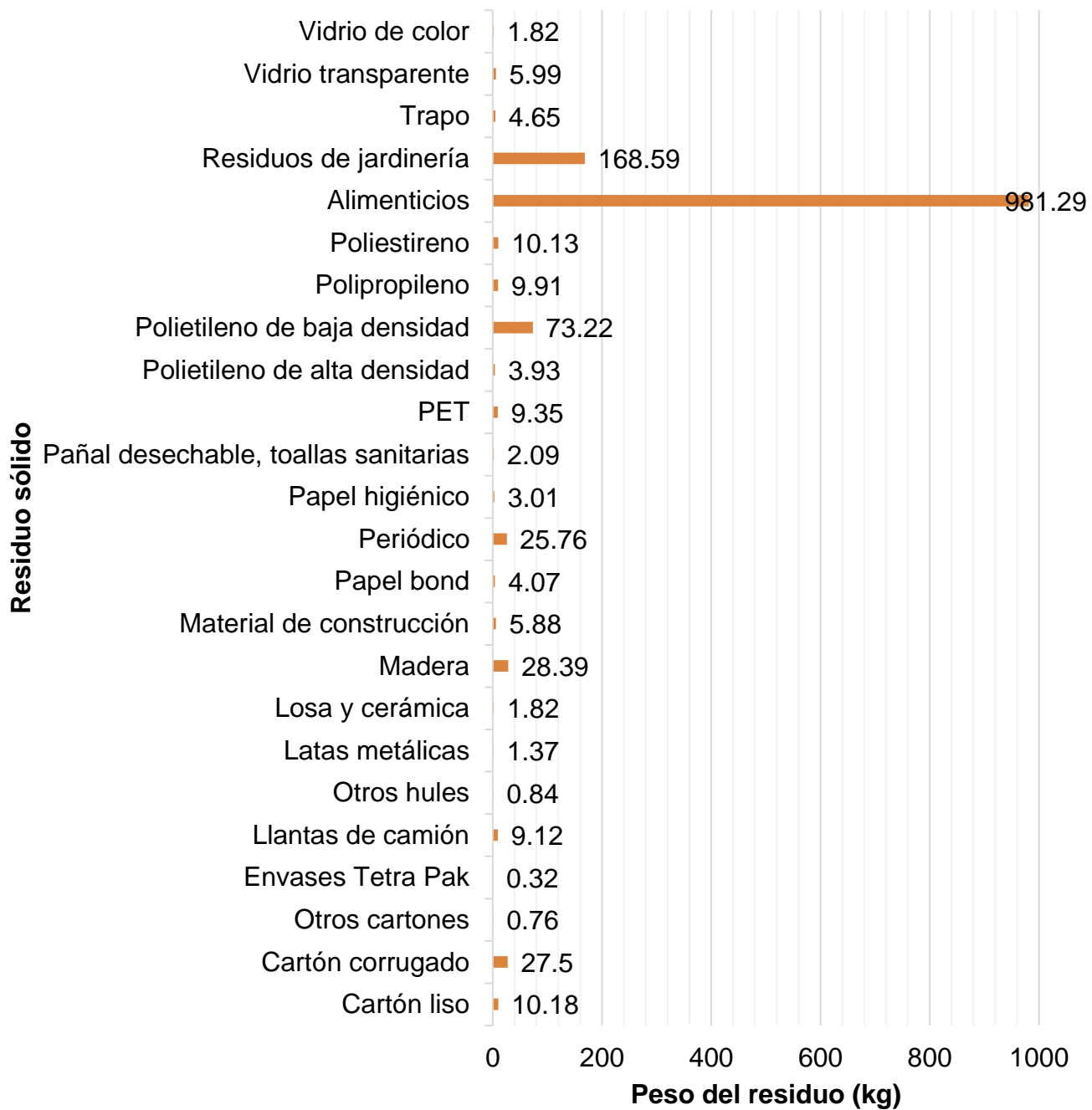
Tal como se puede apreciar en la figura 5.7, los residuos alimenticios que se presentan en mayor volumen corresponde a los derivados de cítricos, seguido de residuos derivados de melón, sandía y piña. La clasificación “otros” hace referencia a todos aquellos residuos mezclados en donde su identificación no pudo ser llevada a cabo.

## **5.4 Estudio de generación de la Central de Abasto**

El mercado la CEDA fue seleccionado del igual forma, por ser el mercado público más grande de la Ciudad de México, el cual se encuentra ubicada en Av. Canal de Río Churubusco s/n Esq. Canal de Apatlaco, Col. Central de Abastos, Delegación Iztapalapa, la cual corresponde a un estrato socioeconómico bajo.

La CEDA cuenta con un gran número de locales, los cuales están distribuidos en bodegas. La mayor de ellas es la de frutas y legumbres, con 1,881 bodegas, seguida de la zona de abarrotes y víveres, con 338 bodegas. El mercado de aves y cárnicos cuenta con 111 bodegas, el mercado de envases vacíos con 359 y el mercado de flores y hortalizas con 16 hectáreas en donde la venta es directa entre productor y minorista.

El estudio de generación en la CEDA fue realizado por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana y el Gobierno del Distrito Federal con el fin de conocer la tasa de generación de residuos y su composición. Los resultados se muestran en la figura 5.8, los cuales fueron proporcionados y empleados en este estudio bajo la autorización del Lic. Estrada (Subdirector de Reciclaje de la Secretaría de Obras y servicios de la Ciudad de México).



**Figura 5.8** Residuos generados en la CEDA

Se puede observar que los residuos que en mayor cantidad se generan, corresponden a los residuos alimenticios (981 kg), seguido de los residuos de jardinería (169 kg), polietileno de baja densidad (73 kg), cartón corrugado (28 kg), madera (28 kg) y periódico (26 kg).

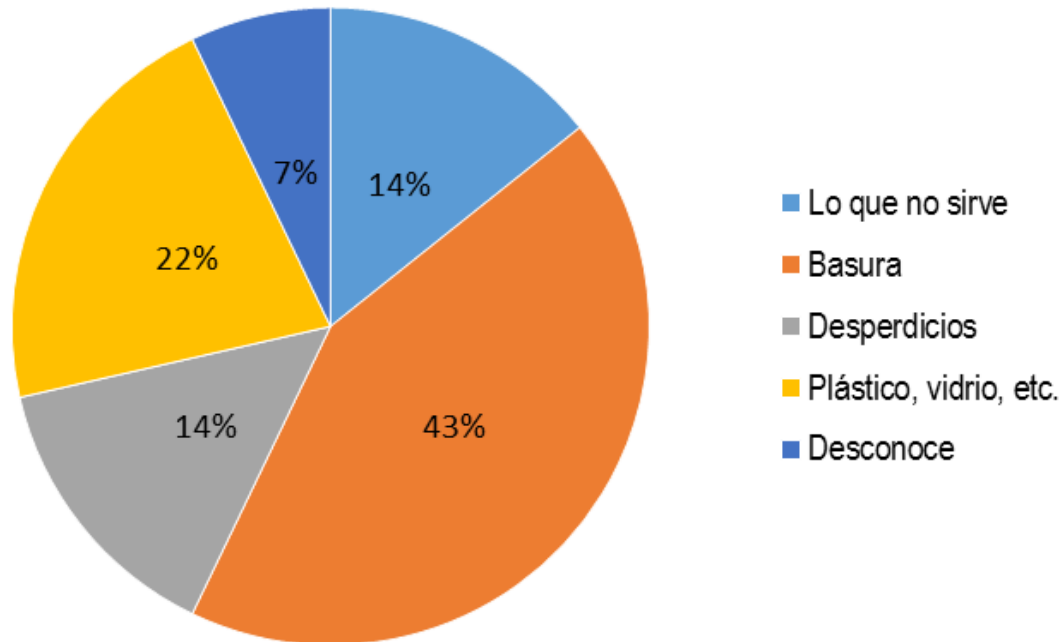
## 5.5 Aplicación de cuestionarios a locatarios

Se realizaron cuestionarios de manera verbal dentro de los mercados públicos tradicionales, con la meta de conocer el manejo actual de los residuos. La aplicación de los cuestionarios fue al azar y con base a su disposición.

El giro de los locales a los cuales se aplicó el cuestionario fueron:

- ❖ Cárnicos y salchichonería,
- ❖ Venta de comida,
- ❖ Florerías,
- ❖ Artesanías,
- ❖ Ropa,
- ❖ Productos desechables,
- ❖ Frutas y verduras,
- ❖ Semillas y
- ❖ Jugos.

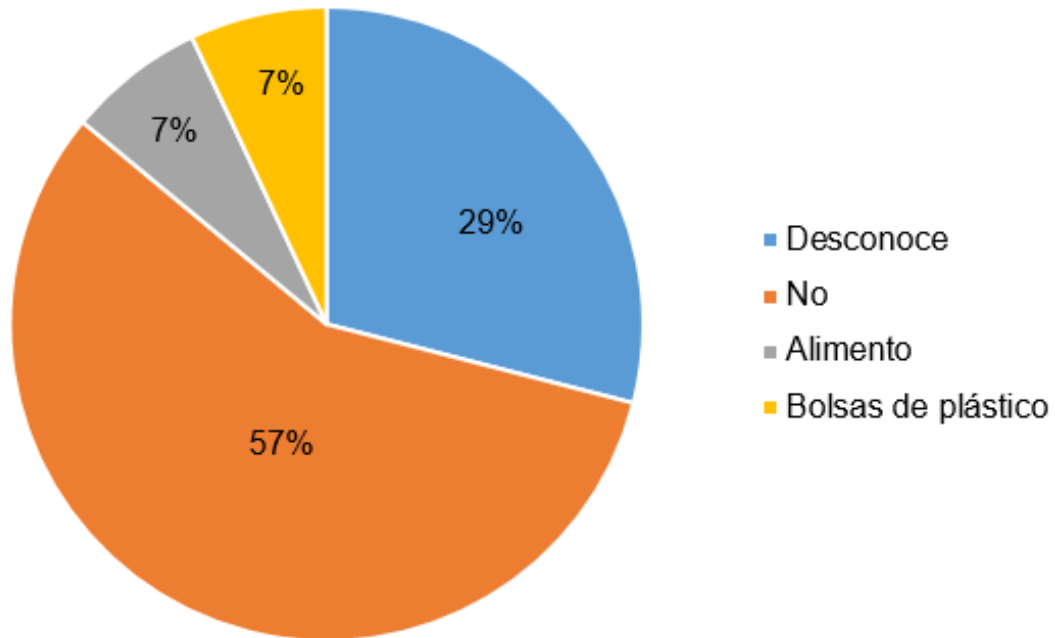
Con respecto a la pregunta relacionada sobre la definición acerca de qué son los residuos sólidos, el 43% de los locatarios entrevistados considera los residuos sólidos como basura. El 21% lo considera como la generación de plástico, vidrio, etc., mientras que el 14% los definen como todo lo que ya no sirve y como desperdicios. Finalmente, el 7% desconoce el término de residuos sólidos (ver figura 5.9).



**Figura 5.9** Residuos sólidos

Los resultados sobre la separación interna de residuos, el 93% contestó aplicar separación primaria (orgánicos e inorgánicos).

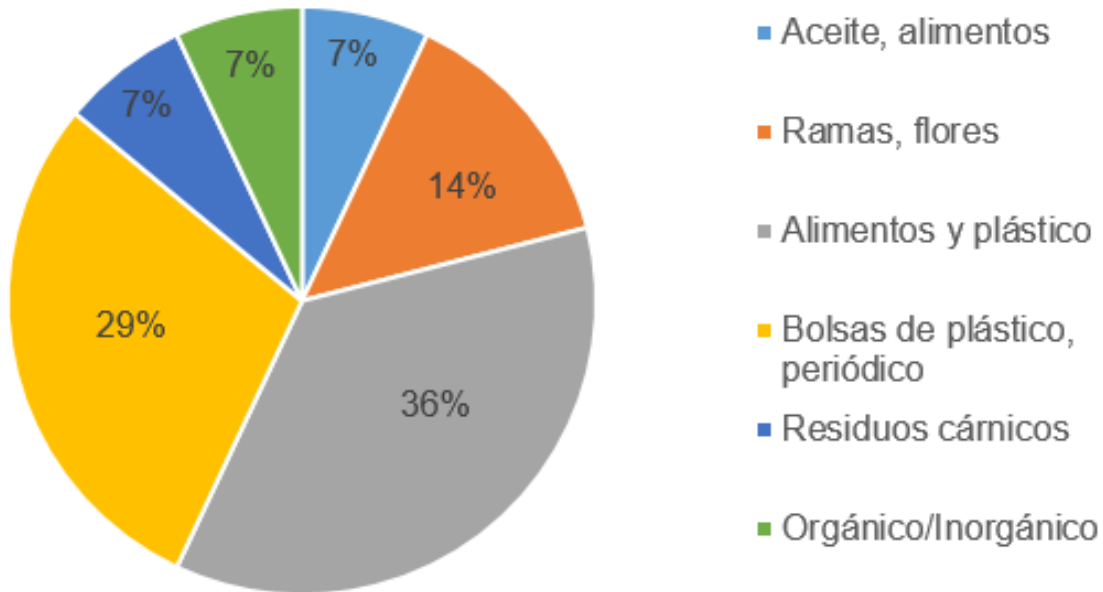
De igual forma, se averiguó si actualmente en los mercados se cuentan con programas de reúso, aprovechamiento o reciclaje (figura 5.10). El 57% afirma que no hay ningún tipo de programa actualmente. El 29% desconoce, mientras que el 14% contestó que se lleva a cabo el reúso con las bolsas de plástico y algunos alimentos lo utilizan para alimentar animales.



**Figura 5.10** Programas de reúso, aprovechamiento o reciclaje

Con respecto a la pregunta sobre el tipo de residuos que se genera en los locales encuestados, hubo variaciones con las respuestas, ya que las preguntas realizadas fueron hechas a locales con diversos giros. Sin embargo, destacaron cuatro categorías: residuos cárnicos (huesos, pellejos, etc.), restos de alimentos, residuos inorgánicos como bolsas y periódico y finalmente, residuos orgánicos (como ramas, y restos de flores). En la figura 5.11 se muestran dichos resultados.





**Figura 5.11** Tipos de residuos generados en los locales

Para la pregunta relacionada con los residuos generados en mayor cantidad, los restos de comida y los plásticos correspondieron a los que se presentan en mayor volumen, seguido de hojas, restos de flores y tallos. Finalmente los que se presentan en menor volumen son huesos y el unicel (ver tabla 5.1).

**Tabla 5.1** Residuos que se generan en mayor cantidad dentro del mercado

Residuos	Porcentaje (%)
Restos de comida	36
Plásticos	36
Unicel	7
Hojas y tallos	14
Huesos	7

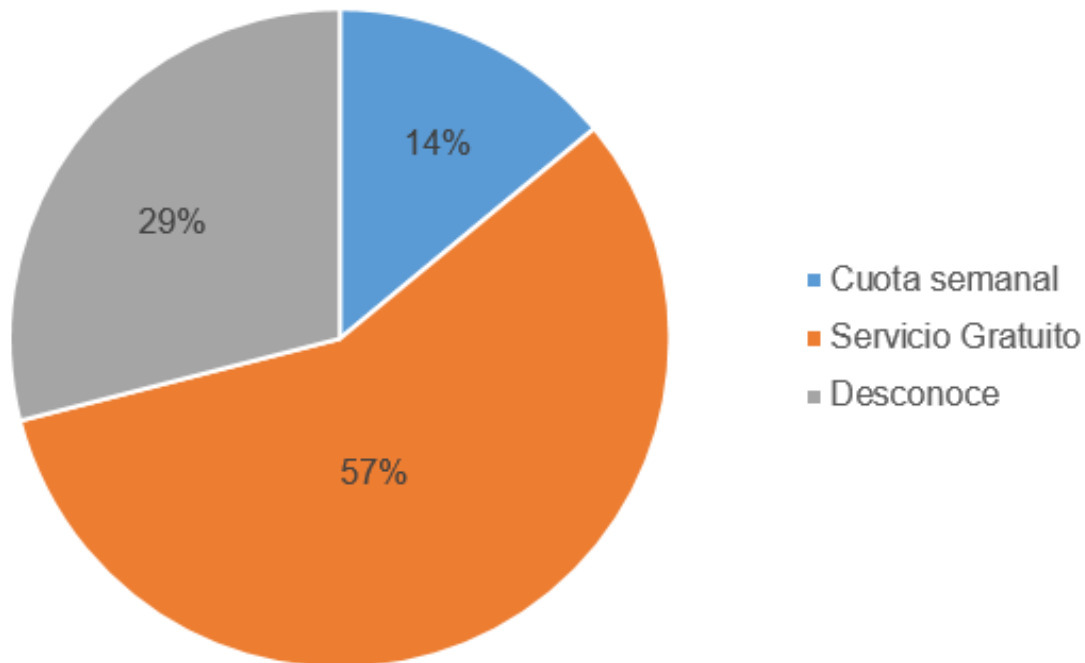
Con respecto a la pregunta relacionada con el tiempo de almacenamiento, el 93% respondió un día, mientras que el 7% contestó de 2 a 3 horas. Esto debido a que no se cuenta con el espacio suficiente o la generación sobrepasa la capacidad de almacenamiento con la que cuentan.

De la pregunta relacionada con problemas en el almacenamiento de residuos, 67% locatarios respondieron que no han contado con ningún tipo de problema, mientras que el 13% respondieron que sí, debido a la gran cantidad de residuos en el sitio de almacenamiento temporal y el espacio reducido con el que se cuenta. Por otro lado, el 20% respondió desconocer si había problemas.

Con referencia a la frecuencia de recolección de los residuos en el mercado, el 86% respondió que la recolección es diaria, 7% respondió que es diaria excepto los días festivos y 7% lo desconoce.

En relación con quién es el encargado de recolectar los residuos, el 80% respondió que le corresponde a los camiones de la basura de la delegación. El 10% respondió que los pepenadores y el otro 10% contestó desconocer el destino de los residuos.

Con respecto a la pregunta sobre el costo por tonelada de RS que pagan los mercados públicos para la recolección de los residuos, el 29% respondió que el servicio es gratis. El 57% desconoce, mientras que el 14% respondió que existe una cuota semanal (figura 5.12). Este resultado en particular no es destacable porque no existe una homogeneidad en las respuestas.



**Figura 5.12** Pago por tonelada de RS

Finalmente de las preguntas 11 y 12 van estrechamente ligadas. En la interrogante 11 se les preguntaron si conocían tratamientos para residuos alimenticios y en la interrogante 12, si les interesaría aprovechar los residuos alimenticios. De esto, para el primer caso, casi la totalidad de los locatarios respondieron que desconocen (93%). En ese sentido, para la siguiente pregunta, al 50% se interesó en conocer métodos para el aprovechamiento de residuos, 36% no le interesa y el 14% tal vez.

## **5.6 Propuesta de Plan de Manejo para mercados públicos**

De acuerdo a la cuarta etapa de la metodología mencionada anteriormente, a continuación se presenta la propuesta del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, tomando como caso estudio la CEDA; el cual fue desarrollado con base a la norma NOM-161-SEMARNAT-2011 y a lo establecido por SEDEMA en materia de planes de manejo (ver anexo II). De igual forma se contó con asesoramiento de parte

del Departamento de Regulación Ambiental de SEDEMA para su aprobación. Se pretende que el Plan de Manejo que en esta investigación se plantea, sea de aplicación para cualquier tipo de mercado público de la Ciudad de México, independientemente del giro que trate.

## **I. Plan de Manejo**

Los residuos generados en los mercados públicos se pueden llegar a convertir en un problema de salud pública por su manejo inadecuado que conlleva al deterioro ambiental. Es por esto mismo, que se les debe brindar un manejo apropiado siguiendo las normas vigentes y procedimientos legales para evitar cualquier tipo de afectación a futuro.

La CEDA no es ninguna excepción, siendo el mercado público más grande del país de México que satisface las necesidades alimenticias de los habitantes mediante el acopio y comercialización de productos agrícolas y abarrotes; la cual comercializa el 30% de la producción hortofrutícola y reporta un ingreso promedio de 30 mil toneladas de alimentos por día. Para el 2009, las autoridades de la CEDA registraron una generación promedio diaria de 578.6 toneladas de RSU por día (Morales, 2011). De esa cantidad, 503.6 toneladas, correspondieron a residuos que se generan en los mercados de frutas y legumbres y de flores y hortalizas. Las 75 toneladas restantes pertenecen a los residuos que son recuperados por medio de la segregación por pepenadores y factibles a reciclar.

De acuerdo a la legislación ambiental de la Ciudad de México en materia de RS, la CEDA es un generador de alto volumen (GAV) y está obligada a instrumentar un Plan de Manejo de Residuos. Sin embargo, en la actualidad no cuenta con él, manejando los residuos mezclados y con una mínima separación en la fuente. Es por lo anterior, que se debe de elaborar un Plan de Manejo para así, disminuir la problemática ambiental que se ha generado durante los últimos años.

Uno de los instrumentos principales es la LRSDF, que tiene como meta principal establecer los planes de manejo de los GAV. En sus Artículos 21 al 23 establece la obligación de formular e instrumentar un Plan de Manejo para los GAV. Así mismo, el Artículo 55 se refiere a la obligación de quién genere RS susceptibles de valorización para reutilización o reciclaje debe realizar un Plan de Manejo (GDF, 2003). En el caso particular de la CEDA, ésta corresponde a un establecimiento de Categoría A, según el RLRSDF por generar más de 1,000 kg/día de residuos, por lo tanto está obligada a presentar su Plan de Manejo. De igual forma, existe la NOM-161-SEMARNAT-2011, que especifica los criterios para la clasificación de los RME y determina cuáles están sujetos a un Plan de Manejo, y así minimizar las consecuencias ambientales que se han ido generando con el paso de los años.

Es por ello que con la elaboración de un Plan de Manejo integral para RS basado en los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, se puedan disminuir los problemas de contaminación i.e. generación de fauna nociva y olores, acumulación de residuos en los estacionamientos o escaleras y desagradado a la vista (Páez, 2015); y así proponer un Plan de Manejo eficiente en cada etapa de su injerencia desde su generación hasta el tratamiento.

## **II. Estudios en la CEDA**

En la literatura, se encuentran investigaciones realizadas con propuestas tecnológicas para el tratamiento de los residuos orgánicos generados en la CEDA. Una de ellas, presenta el pre-diseño de una planta de biogás para tratar 800 t/día de residuos y aprovechar éste para consumo propio o comercialización en la CEDA (López y Humarán, 2001). Otra propuesta se refiere al diseño arquitectónico de una planta generadora de biogás para 700 t/día generadas en la CEDA. En esta investigación se propuso utilizar el biogás para el consumo energético de 300 locales y el abastecimiento de combustible para vehículos (Celis, 2006).

Para el año 2016, se han implementado programas para la recolección de residuos en donde se integró una flotilla de vehículos, integrada por 18 unidades (CEDA, 2016a).

De igual forma, se incluyó una nueva planta compactadora de RSU en la Central de Abasto la cual procesa más de 800 toneladas de residuos por día (CEDA, 2016b).

### **III. Elementos generales**

*Nombre, denominación o razón social del solicitante:*

Mercado público Central de Abasto.

*Nombre del representante legal:*

Lic. Julio César Serna Chávez, Coordinador General de la Central de Abasto y Administrador General del FICEDA (Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto).

*Domicilio para oír o recibir notificaciones:*

Av. Canal de Río Churubusco s/n Esq. Canal de Apatlaco, Col. Central de Abasto, Alcaldía Iztapalapa (antes Delegación Iztapalapa), C.P. 09040. Ciudad de México.

*Modalidad del plan de manejo y su ámbito de aplicación territorial:*

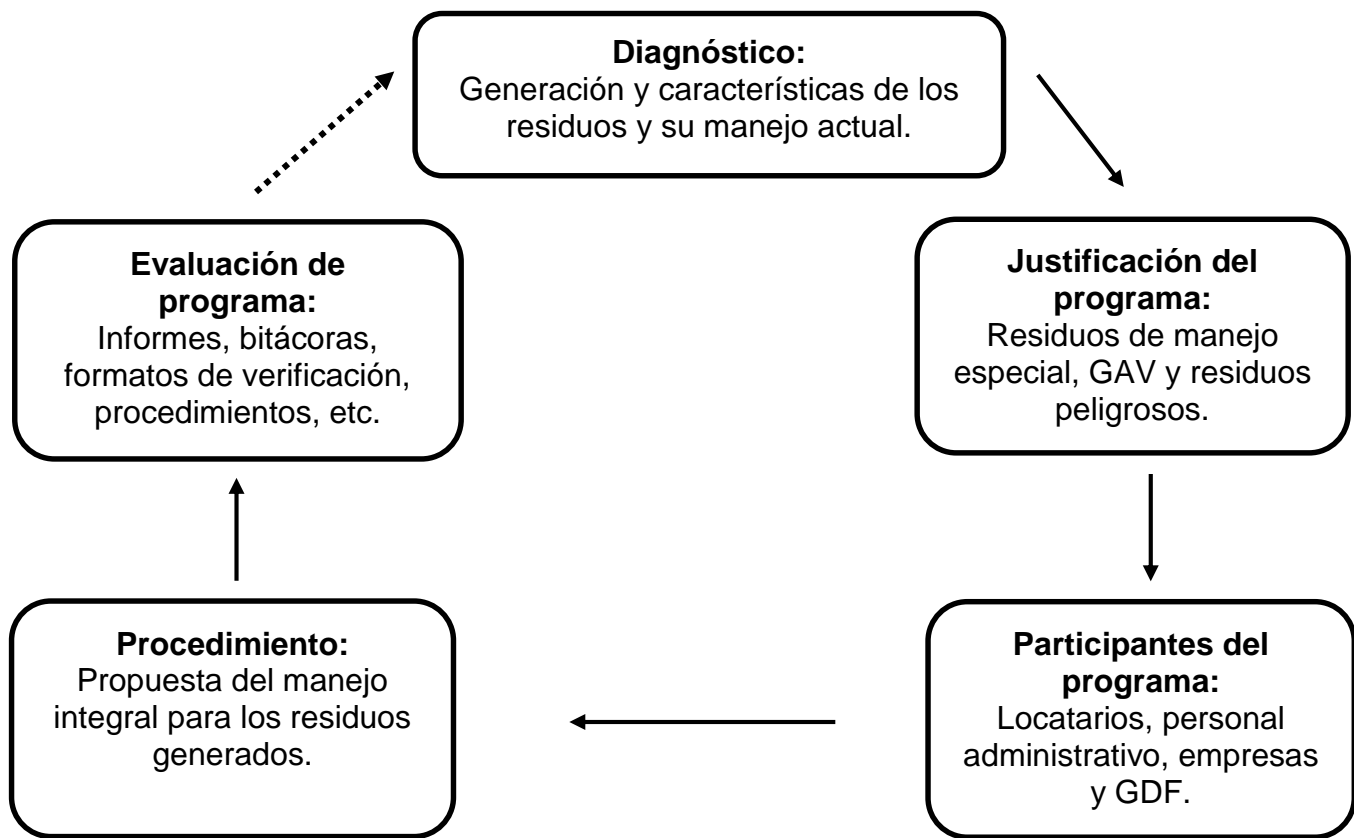
El Plan de Manejo corresponde a ser de tipo mixto, colectivo y local. El Plan de Manejo está dirigido para la aplicación en la CEDA. Así mismo, se busca fomentar su aplicación para los 329 mercados públicos registrados hasta la fecha en la Ciudad de México (ya sea tipo tradicional o especializado), independientemente del giro que traten.

*Residuos meta del plan:*

Los residuos meta del plan son aquellos generados en alto volumen, lo que implica que el residuo generado represente al menos el 10% del total de los Residuos de Manejo Especial, incluidos en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos.

#### IV. Descripción del programa

El programa que se presenta a continuación, se propuso para mejorar el sistema del manejo actual de residuos sólidos de la CEDA en la Ciudad de México. En la figura 5.13 se muestra el esquema de los puntos considerados en el Plan de Manejo de RS.



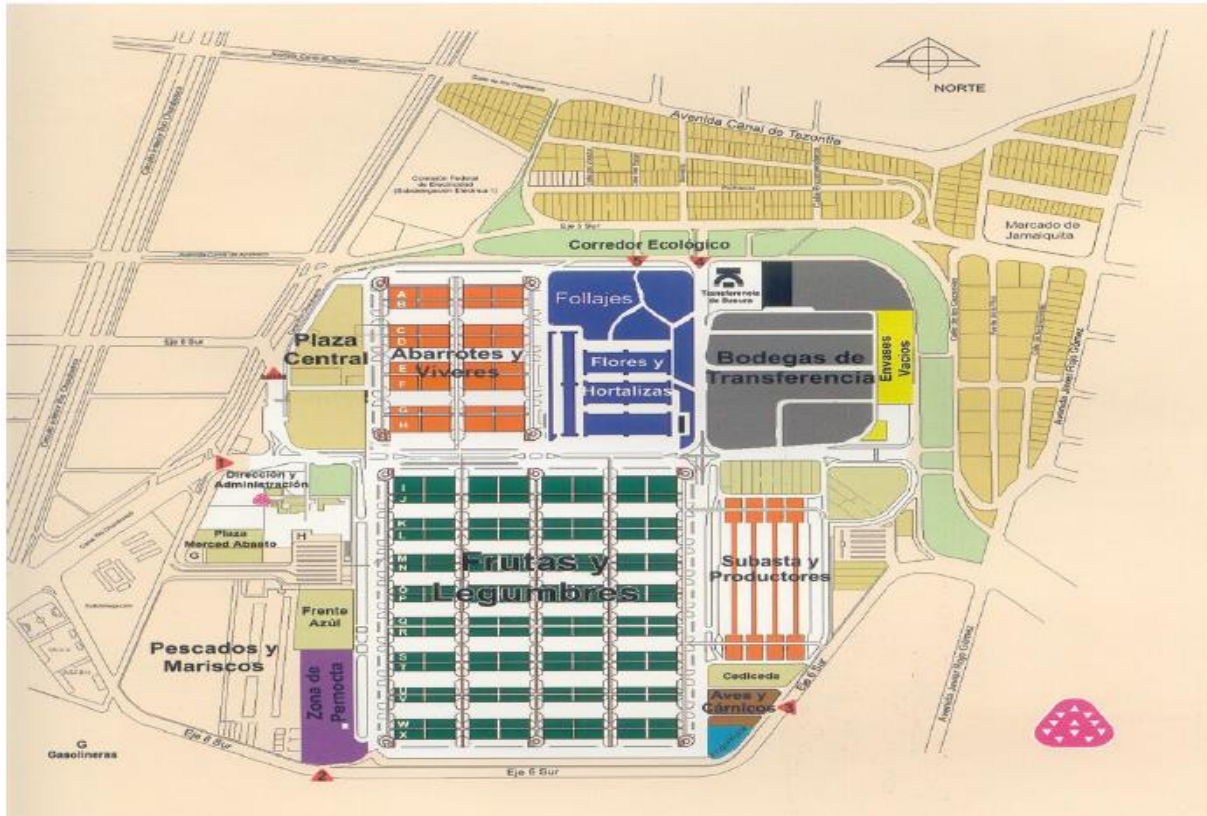
**Figura 5.13** Esquema para la formulación del Plan de Manejo para RS

#### **Diagnóstico**

El diagnóstico se llevó a cabo para conocer los datos de generación de residuos dentro de los nueve giros que componen a la CEDA, así como la clasificación de subproductos y su composición química y física para brindar las opciones de manejo más viables y adecuadas.

## Generación de residuos

La CEDA se encuentra distribuida en nueve giros (ver figura 5.14): frutas y legumbres, hortalizas, flores, jamaiquita (mercado de abarrotes, frutas y verduras), aves y cárnicos, pescados y mariscos, abarrotes, subastas y envases vacíos.



**Figura 5.14** Áreas de generación de residuos de la Central de Abasto

*Fuente: GDF-FIDECA, 2010*

En la tabla 5.2 se muestra la generación promedio (t/día), de los residuos sólidos que se generan en la CEDA de las distintas áreas que la conforman.



**Tabla 5.2** Generación de residuos por fuente generadora

<b>Giro</b>	<b>Generación (t/día)</b>
Hortalizas y flores	142
Frutas y legumbres	181
Abarrotes y víveres	55
Jamaiquita	16
Aves y cárnicos	127
Pescados y mariscos	30
Subasta y productores	10
Envases vacíos	18
<b>Total</b>	<b>579</b>

*Fuente: GDSU, 2010.*

De igual manera, se realizó un estudio de generación por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana (2009), para conocer la composición física promedio a través de mezclas compuestas de RS de las diversas áreas generadoras de la CEDA.

En la tabla 5.3 se presentan los resultados promedios.

**Tabla 5.3** Composición física promedio de RS en la CEDA

<b>Residuo</b>	<b>kg</b>
Cartón liso	10.18
Cartón corrugado	27.50
Otros cartones	0.76
Envases Tetra Pak	0.32
Llantas de camión	9.12
Otros hules	0.84
Lata metálica	1.37
Losa y cerámica	1.82
Madera	28.39
Material de construcción	5.88
Papel bond	4.07
Periódico	25.76
Pañales, toallas femeninas	3.01
PET (Polietileno -Tereftalato)	2.09
HDPE-PEAD (Polietileno de alta densidad)	9.35
LDPE-PEBD (Polietileno de baja densidad)	3.93
PP (Polipropileno)	9.91
PS (Poliestireno)	10.13
Residuos alimenticios	981.21
Residuos de jardinería	168.59
Trapos	4.65
Vidrio transparente	5.99
Vidrio de color	1.82
<b>TOTAL</b>	<b>1,389.96</b>

*Fuente: GDSU, 2010.*

### Características de los residuos

En las tablas 5.4 se describen las características físicas y químicas de los RS generados dentro de la CEDA.

**Tabla 5.4** Características de residuos sólidos generados en la CEDA

Residuo sólido	Características	
	Físicas	Químicas
Cartón	Material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibras virgen o papel reciclado.	El cartón es un material con un pH neutro. No es ácido ni básico por lo tanto no genera corrosión. No transmite olores, ni sabores. No es tóxico.
Envases Tetra Pak	Material formado a base de cartón, dos capas de polietileno y aluminio.	Material inerte al contenido. No es tóxico.
Llantas	Entre 40 y 60% se compone de goma y de los neumáticos estándar de coches el 55% del caucho es sintético y 45% es caucho natural. También contiene telas aceros.	Las llantas contienen negro de carbón, sílice y resina.
Latas metálicas	Cuenta con espesor de 0.10 mm, resistencia a la rotura, herméticas. Material dúctil y maleable.	Si entra en contacto con el oxígeno, el aluminio forma una capa de óxido que se conoce como óxido de aluminio. Esta capa lo ayuda a protegerlo de la corrosión. Reacciona tanto con los ácidos como con los álcalis.
Losa y cerámica	Material duro, no comestible y no oxidable. Alta resistencia a la corrosión, gran poder de aislante térmico y también eléctrico.	Alta resistencia a casi todos los agentes químicos y a los efectos de erosión que causan los agentes atmosféricos.
Madera	Aislante térmico y eléctrico. Material renovable, biodegradable y reciclable. Es dura y resistente al corte. Es un material poroso, absorbe mucha humedad.	Compuesta mayormente por celulosa.

**Tabla 5.4** Características de residuos sólidos generados en la CEDA (continuación)

Residuo sólido	Características	
	Físicas	Químicas
Material de construcción	Aislante térmico. Baja absorción a la humedad. Duro y resistente.	Debido a la variedad de materiales de construcción, no se pueden generalizar sus características químicas.
Papel bond	Material blanco, resistente, durable, de buena formación y opacidad.	Material compuesto por celulosa.
Periódico	Material ligeramente coloreado, poco resistente.	Material compuesto por celulosa y/o a partir del papel reciclado. No tóxico.
Papel higiénico	Material fino y delgado, generalmente de color blanco.	Compuesta por fibras vegetales y sustancias químicas. No tóxico.
PET	Buena resistencia química y térmica. Alta transparencia, resistencia al desgaste y corrosión.	Polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Admite cargas de colorantes, aceptable barrera al ozono y humedad.
PEAD	Excelente resistencia al impacto. Sólido, incoloro, translucido, casi opaco. Muy ligero. Excelente resistencia térmica y química.	Resiste al agua a 100°C. Su densidad se encuentra en el entorno de 0.940 - 0.970 g/cm <sup>3</sup> .
PEBD	Termoplástico comercial, semi-cristalino (un 50% típicamente), transparente, flexible, liviano, impermeable, inerte al contenido, no tóxico, tenaz (incluso a temperaturas bajas), con poca estabilidad dimensional, pero fácil procesamiento.	Buen aislante eléctrico, poca resistencia a temperaturas. Poca resistencia a los rayos UV.
PP (Polipropileno)	Material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Material fácil de reciclar, resistencia al impacto. Resiste hasta 70°C.	Gran resistencia a agentes químicos, poca absorción al agua, resistencia a detergentes comerciales.

**Tabla 5.4** Características de residuos sólidos generados en la CEDA (continuación)

<b>Características</b>		
<b>Residuo sólido</b>	<b>Físicas</b>	<b>Químicas</b>
PS (Poliestireno)	Es un termoplástico comercial amorfo, transparente e incoloro, rígido, relativamente duro y quebradizo.	Resistencia a químicos inorgánicos y al agua. Soluble en hidrocarburos aromáticos y purificados. Propiedades eléctricas sobresalientes.
Residuos alimenticios	Alto contenido de humedad.	Debido a la variedad que existe en los residuos de comida, no se pueden generalizar sus características químicas.
Residuos de jardinería	Peso relativamente bajo, ocupan gran volumen de espacio. Compuesto por ramas de diverso calibre, leñosas y verdes.	Debido a la variedad en los residuos de jardinería, no se pueden generalizar sus características químicas.
Tapos	Resistencia a la rotura y a la tracción. Alta absorción al agua.	Buen aislante eléctrico. Resistencia al ataque de ácidos.
Vidrio transparente o de color	Material inorgánico, duro, frágil, transparente o de color y amorfo.	Compuesto por arena de sílice, carbonato de sodio y caliza.

### **Manejo actual**

Actualmente, el manejo que se brinda a los RS en la CEDA es almacenamiento, separación (inorgánica y orgánica), recolección y transporte. Todos los residuos sólidos generados son recolectados y transportados a los sitios de disposición final temporal con los que se cuentan. Posteriormente son recolectados por el servicio urbano correspondiente para después, ser transferidos a la ET de Iztapalapa. La recolección interna de los RS dentro de la CEDA, en la mayoría de los casos, es realizada por pepenadores a manera de favor hacia los locatarios, para permitirles segregar residuos como PET o cartón.

Cabe mencionar, que el personal que realiza la recolección, no cuenta con equipo de seguridad e higiene arriesgándose a sufrir un accidente. Actualmente no se cuentan con programas de separación selectiva o tratamiento de residuos sólidos.

### **Residuos de manejo especial**

Los RS generados dentro de los giros que componen a la CEDA son generados en grandes cantidades (ver tabla 5.5), por lo que son clasificados como RME, sobre todo los residuos alimenticios y de jardinería. Sin embargo, solo el 15% de dichos residuos (SEDEMA, 2014) se transporta a las plantas de composta, transportando el resto a disposición final (relleno sanitario). La LRSDF (GDF, 2003), en su Artículo 32 establece que los RME estarán sujetos a planes de manejo conforme a las disposiciones que establezca dicha Ley, su reglamento y los ordenamientos jurídicos de carácter local y federal que al efecto se expidan para su manejo, tratamiento y disposición final. Así mismo, los generadores de RME deberán instrumentar planes de manejo conforme a lo establecido en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

### **Generadores de residuos en alto volumen**

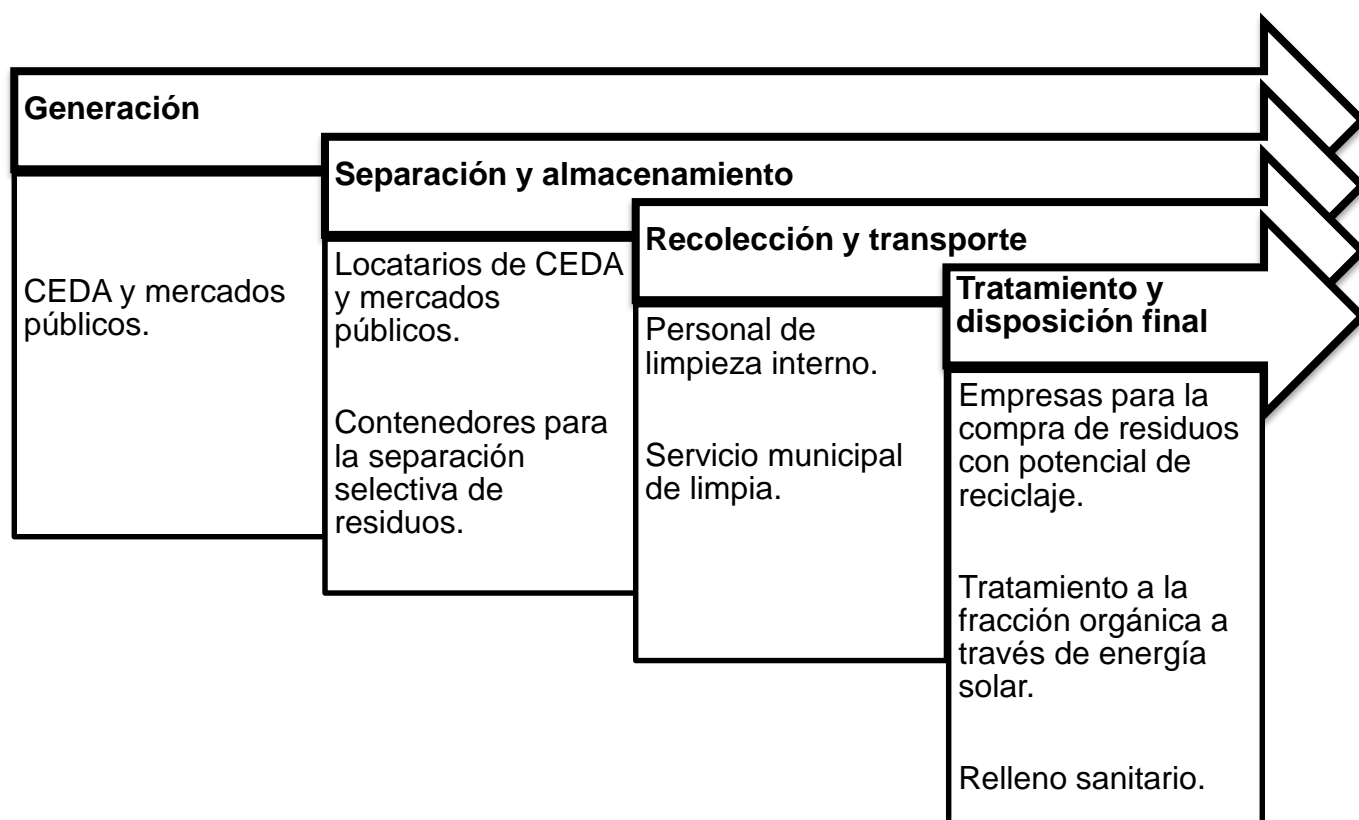
En la actualidad los mercados públicos son considerados, por el volumen de residuos que generan: GAV. La NOM-161-SEMARNAT-2011 establece que las empresas como las tiendas departamentales o centros comerciales, incluyendo tiendas de autoservicio, centrales de abasto, mercados públicos y ambulantes están sujetos a elaborar su Plan de Manejo. Es por lo anterior, que surge la necesidad de elaborar un Plan de Manejo para RS que se generan en los mercados públicos, ya que en la Ciudad de México, el manejo de los RS en dichos establecimientos no cuenta con la suficiente atención, lo cual ha repercutido en el ambiente y la salud humana. Por lo que, a través de un Plan de Manejo para mercados públicos, se podrá contar con una mayor eficiencia en cada una de las etapas que conforman el manejo de los residuos proponiendo estrategias y tecnologías que puedan ser incorporadas con facilidad dentro de cualquier mercado público independientemente del giro que este trate y así, contar con un aprovechamiento al máximo de los residuos.

## Residuos peligrosos

No se presentó ninguna clasificación de residuos peligrosos en el estudio de generación de la CEDA.

## Participantes

Los actores responsables y sus actividades correspondientes dentro del Plan de Manejo se muestran en la figura 5.15.



**Figura 5.15** Participantes en la propuesta de Plan de Manejo para mercados públicos

Es importante considerar a los pepenadores asentados dentro de la CEDA que se encargan de segregar y comercializar productos reciclables a baja escala o residuos de la fracción orgánica para consumo propio. De igual forma, queda en

responsabilidad del personal administrativo de la CEDA y mercados públicos el deber de monitorear y controlar el manejo de residuos.

A partir de la problemática asociada con el manejo actual de los residuos generados en la CEDA, se propone a continuación el procedimiento para el manejo adecuado de los mismos que se debe seguir para generar soluciones a la problemática ambiental y disminuir el flujo de residuos.

#### **a) Generación**

En todos los locales, sin excepción, se deberá realizar la separación en origen de los RS con base a lo establecido a la norma NADF-024-AMBT-2013 para promover la minimización de estos, el aprovechamiento y su valorización. Así mismo, para contribuir a minimizar la cantidad de RS destinada a rellenos sanitarios como disposición final.

De acuerdo a lo que establece la LRSDF (GDF, 2003), la responsabilidad de separar los RS en orgánicos e inorgánicos es del generador. En este sentido, los responsables de separar los RS son todos los actores que tienen una función en la CEDA. Los RS deberán depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos sólidos valorizables directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje.

#### **b) Separación y almacenamiento**

El almacenamiento se deberá realizar bajo los lineamientos de la norma ambiental NADF-024-AMBT-2013. Así mismo, el RLRSD (GDF, 2008) establece en su Artículo 32 que los RS deben almacenarse bajo una clasificación mínima de residuos orgánicos e inorgánicos.



En la tabla 5.5 se muestra a manera de resumen las especificaciones para la separación primaria (orgánica e inorgánica), establecida por la norma ambiental NADF-024AMBT-2013; que se propone para implementar en la CEDA.

**Tabla 5.5** Especificaciones para la separación de residuos

Tipo de separación	Clasificación	Residuos	Color de identificación
Primaria.	Orgánico e inorgánicos.	<u>Orgánicos:</u> Flores, pasto, restos de comida, cascarillas de frutas o verduras, pan, huesos, bagazo, etc.	Verde: Orgánicos. Gris: Inorgánicos.
		<u>Inorgánicos:</u> Papel, plástico, cartón, vidrio, residuos sanitarios, envases Tetra Pak, etc.	

*Fuente: NADF-024-AMBT-2013.*

Cabe mencionar que en la norma NADF-024-AMBT-2013 clasifica como residuos inorgánicos a subproductos derivados del papel, plástico y cartón, siendo que su materia prima es orgánica. Lo más adecuado que se debe de hacer es clasificarlos como residuos aptos para ser reciclados o valorizados.

Así mismo, se debe llevar a cabo una **separación primaria avanzada** para los residuos biodegradables susceptibles de ser aprovechados para la obtención de productos que puedan ser reincorporados al ciclo productivo. En la tabla 5.6 se indican los residuos a incluir en esta categoría.

**Tabla 5.6** Residuos susceptibles de ser aprovechados

<b>Tipo de separación</b>	<b>Residuos</b>	<b>Aprovechamiento</b>	<b>Color de identificación</b>
	<u>De jardinería:</u> Flores, pasto, hojarasca, ramas.	Producción de Composta.	
Primaria avanzada.	<u>De alimento:</u> Restos de verdura y fruta, hortalizas, y frutas. Cascarón de huevo, pan tortillas, huesos, productos cárnicos.	Deshidratación solar, Alimento para animales.	Verde oscuro.

*Fuente: NADF-024-AMBT-2013.*

Las tecnologías anteriormente propuestas, son recomendadas por ser de fácil aplicación. Su aportación brinda un valor agregado a los residuos generados dando como resultado un producto amigable con el ambiente que se puede comercializar y brindar beneficios económicos y ambientales.

Actualmente el proceso de compostaje se aplica dentro de la CEDA para la obtención de un fertilizante orgánico libre de químicos. Por otro lado, la deshidratación solar se propone como tecnología no convencional a incorporar dentro de la CEDA y mercados públicos de la Ciudad de México, para brindar un tratamiento a los residuos alimenticios a través de energía solar para la obtención de productos que puedan ser utilizados como alimento para animales (de preferencia de ganado o rumiantes).

Finalmente, dentro de la misma clasificación (separación primaria avanzada) se propone una clasificación para los residuos con potencial de reciclaje para ser reincorporados a un proceso o tratamiento para permitir su valorización. Dichos residuos que entran dentro de esta categoría, son los siguientes: papel y cartón, plástico, vidrio, madera y envases multicapas (Tetra Pak). Para este caso, el color de

identificación es gris oscuro. Cabe mencionar que estos residuos deben de ser separados desde la fuente de generación para evitar ser contaminados.

Así mismo, algunas consideraciones que se deben tomar para el almacenamiento de los residuos, son las siguientes:

- ✓ Inspeccionar los recipientes y que no se llenen a más del 80% de su capacidad.
- ✓ Los contenedores deben estar lo más cercano posible a la fuente de generación siempre y cuando el área se lo permita.
- ✓ Asegurar que las condiciones del ambiente no dañarán o modificarán las reacciones de los residuos.
- ✓ Evitar la acumulación de residuos.

### **c) Recolección**

En la etapa de recolección, es importante que los residuos se encuentren correctamente almacenados para su posterior destino. Es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Se debe tener una manipulación adecuada de los residuos, con la utilización de guantes y cubre-bocas.
- ✓ El equipo de trabajo de recolección debe estar integrado de 2 a 4 personas.
- ✓ Se debe contar con la cooperación de los generadores (locatarios).
- ✓ El proceso de recolección debe ser regular en tiempos y rutas.
- ✓ Brindar la vestimenta adecuada para los trabajadores.

De igual forma, se deberán implementar programas de seguridad e higiene para los trabajadores para evitar accidentes como también, capacitaciones sobre el manejo adecuado de los residuos.

#### **d) Reciclaje, aprovechamiento y destino final**

**Residuos reciclables o valorizables:** Todos aquellos residuos con potencial de ser reciclados (cartón y derivados, papel, periódico y PET) se destinarán a la venta a empresas que cuenten con registro ante la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). Algunas de las empresas propuestas y cantidades de residuos destinadas a éstas son las siguientes:

- ❖ Petstar S.A. de C.V. – 2.09 kg/día de PET,
- ❖ Biopapel – 30.46 kg/día de papel y periódico,
- ❖ Recupera Centros de Reciclaje – 38.34 kg/día de cartón.
- ❖ Cementeras CEMEX – 9.12 kg/día de llantas,
- ❖ Concretos Reciclados S.A. de C.V. – 5.88 kg/día de material de construcción.

**Productos perecederos:** Se destinarán a manera de donativos a bancos de alimentos como: Alimento para todos, A.C. y/o Solo por Ayudar, A.C.

**Residuos inorgánicos no valorizables:** La fracción inorgánica no valorizable seguirá siendo transferida, a la estación de transferencia de Iztapalapa.

**Residuos orgánicos no valorizables:** Dichos residuos que ya se encuentran mezclados sin facilidad de ser separados para su valorización, seguirán siendo destinados a la planta de composta ubicada en el relleno sanitario de Bordo Poniente.

**Residuos orgánicos valorizables:** La fracción orgánica generada se llevará a tratamiento con tecnologías convencionales y no convencionales. Dichos residuos corresponden a los residuos alimenticios (981 kg/día), de los cuales se tomarán los residuos cítricos para ser deshidratados a través de la energía solar con deshidratadores solares tipo armario para trabajar a pequeña escala y/o deshidratadores tipo túnel para trabajar a gran escala, para la obtención de un producto final que sirva como alimento animal. Por otro lado, los residuos de jardinería (169 kg/día) y el resto de los residuos alimenticios se seguirá destinando a la producción de composta.

Se fomentará el aprovechamiento de aquellos residuos cuya cantidad sobrepasa la de otros; siendo en este caso la fracción orgánica. Se brindará tratamiento a dichos residuos principalmente, a través de la deshidratación solar con deshidratadores solares tipo túnel con una capacidad para tratar residuos de 2 a 3 toneladas por día, para la obtención de un alimento animal libre de humedad.

### **Metas del Plan de Manejo**

Almacenamiento:

- i. Lograr paulatinamente la reubicación de los contenedores existentes dentro y fuera de la CEDA durante el primer año de ejecución del Plan de Manejo.
- ii. Brindar mantenimiento a los contenedores semanal o mensualmente.

Separación:

- i. Practicar la separación en la fuente de los residuos generados hasta llegar al 100% en todas las áreas de la CEDA durante el primer año de implementación del Plan de Manejo.
- ii. Contar con contenedores de separación de residuos avanzada que cumpla con la norma NADF-024-AMBT-2013.
- iii. Contar con la supervisión de la separación correcta de los residuos en la fuente y en sus contenedores correspondientes.

Recolección:

- i. Incrementar el acopio de la cantidad de residuos que son potencialmente valorizables.
- ii. Al término del primer año de ejecución del Plan de Manejo, contar con un sistema integral de recolección selectiva.

Tratamiento:

- i. Contar con deshidratadores solares tipo túnel para brindar tratamiento a mayor cantidad de residuos alimenticios para la producción de alimento de calidad para animales y llegar a comercializarlo.

### **Campaña de difusión**

Las campañas de difusión estarán destinadas para informar, sensibilizar y concientizar a los locatarios, personal de limpieza, administración y la población en general que asiste a la CEDA y a los mercados públicos, para conseguir su colaboración a modificar los hábitos del manejo integral de residuos para su propio beneficio.

A continuación se deberán llevar a cabo las siguientes estrategias para difundir el Plan de Manejo:

- ❖ Definir e instrumentar mecanismos de difusión y comunicación adecuados al perfil de los usuarios de la CEDA: publicaciones internas, carteles o folletos de consulta.
- ❖ Llevar a cabo capacitaciones cada que sea necesario por parte de instituciones gubernamentales.
- ❖ Difundir los resultados mediante folletos y/o informes.

## **V. Evaluación del programa**

Para dar seguimiento al Plan de Manejo y valorarlo, es necesario llevar a cabo su evaluación. Es importante tomar en cuenta los siguientes instrumentos para su evaluación:

### **Informes**

Se dará a conocer los resultados que proporcione el Plan de Manejo informando a la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) a través de informes semanales (ver anexo II), con el siguiente contenido: cantidad de residuos acopiados, el destino, cantidad de material exportado para reciclaje y listado de empresas participantes.

### **Bitácoras**

Las bitácoras (ver anexo III), se llevarán a cabo con la meta de tener un control de la recepción-entrega de los residuos que sean destinados a reciclaje o venta, donde se deberá registrar los datos de acopio de los residuos por área de generación y por fecha.

### **Formato para residuos generados**

Los formatos para los datos de generación de residuos en las distintas áreas de la CEDA (ver anexo IV), serán para llevar un control de los residuos que se generan y para reportar la cantidad de dichos residuos aprovechada y la cantidad destinada a disposición final (relleno sanitario).

### **Formatos de recepción-entrega**

Los formatos de recepción y entrega (ver anexo V), servirán para llevar un control de los residuos generados, del responsable de la generación y de las empresas a las que se les está entregando dichos residuos.

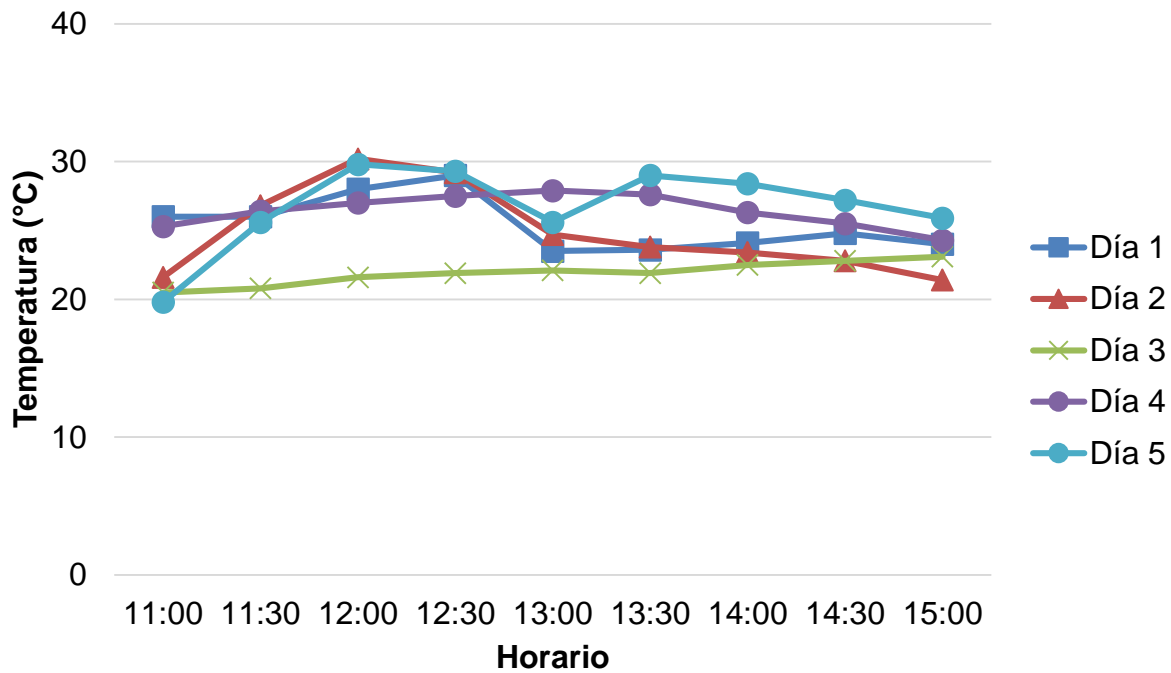
## **5.7 Propuesta de tecnología no convencional para mercados públicos**

Con base a los resultados obtenidos a partir de los estudios de generación, se procedió a seleccionar la tecnología no convencional más apropiada para el manejo de aquellos residuos que se genera en mayor volumen (residuos alimenticios), la cual pueda ser incorporada fácilmente a cualquier tipo de mercado público de la Ciudad de México. Es por lo anterior, que se llegó a la conclusión del uso de la energía solar a través de

deshidratadores solares como tratamiento para la fracción orgánica generada. Los deshidratadores solares construidos para esta investigación son de fácil construcción, de bajo costo, cuentan con una vida útil de tres a cinco años y no requieren de mucho mantenimiento.

Los residuos alimenticios propuestos a deshidratar (cascarilla de cítricos) fueron obtenidos a partir de los estudios de generación realizados en el Mercado Coyoacán. Dichos residuos fueron seleccionados por ser los residuos que se presentaron en mayor cantidad en los estudios realizados, además de aportar energía en la alimentación de animales de ganado y rumiantes.

En la figura 5.16 se muestra la variación en la temperatura ambiente.



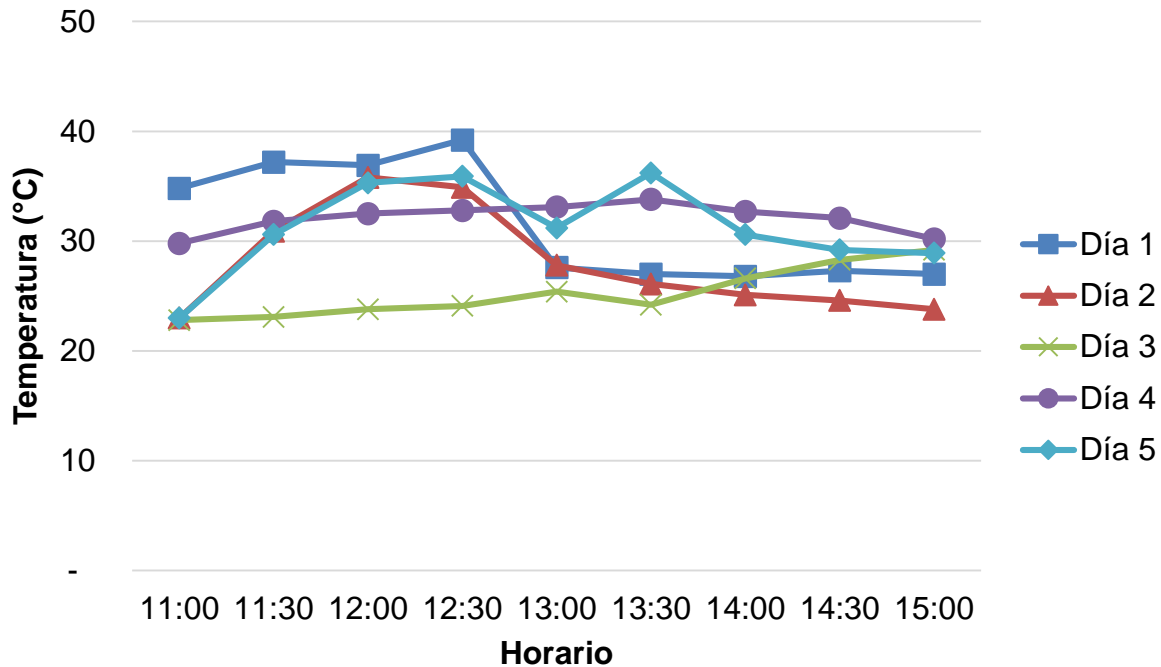
**Figura 5.16** Temperatura ambiente durante el periodo de medición

El valor máximo presentado durante el periodo de medición correspondió a 29 °C, mientras que el valor más bajo correspondió a 21 °C, en donde se tuvo como promedio



una temperatura de 25 °C. Se presentó una ligera variación de temperatura durante los cinco días ya que se presentaron periodos de nubosidad de corto tiempo afectando un poco el calor que se iba generando dentro de los deshidratadores.

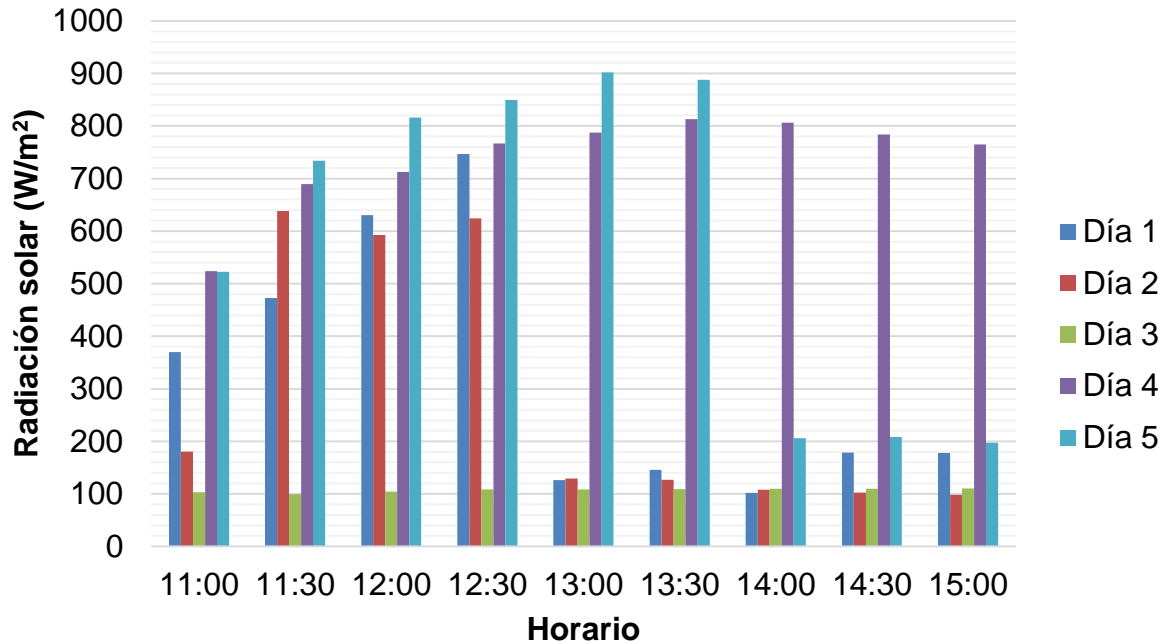
Por otro lado, en la figura 5.17, se muestran los resultados para las temperaturas medidas en el interior de los deshidratadores.



**Figura 5.17** Temperatura promedio en el interior de los deshidratadores en días soleados

La temperatura máxima dentro de los deshidratadores fue de 39 °C, a pesar de la nubosidad presentada, esto es debido a la presencia de radiación difusa hacia los deshidratadores solares (Salgado, 2008). A pesar de lo anterior, se tuvieron ganancias de temperatura durante el periodo de medición de 5 °C. Cabe mencionar que las temperaturas más altas se presentaron a las 12:30 horas del día en la mayoría de los casos. La temperatura más baja correspondió a 23 °C y el promedio para este caso fue de 30 °C. A pesar de que algunas mediciones se realizaron en días nublados como ya se mencionó, la temperatura que se alcanzó fue suficiente para poder cumplir con la meta planteada.

Por otro lado, los resultados de la radiación solar, se muestran en la figura 5.18.



**Figura 5.18** Radiación solar en deshidratador solar

Durante los cinco días de medición, se presentó nubosidad como ya se mencionó anteriormente. Los deshidratadores solares fueron colocados horizontalmente sin ningún ángulo de inclinación. Como se puede observar, durante los primeros tres días de medición, se tuvo una mayor variación con temperaturas bajas. Por otro lado, el cuarto y quinto día correspondieron a los días con mayor radiación solar durante las 12:30 horas a 13:30 horas donde los días se presentaron totalmente soleados.

Posterior al proceso de deshidratación y medición de temperatura y radiación solar, los residuos fueron removidos de los deshidratadores solares. De los 3 kilogramos que se colocaron en total (3,000 gramos), se obtuvo un peso final de 855 gramos en peso seco. De la siguiente ecuación, se calculó el porcentaje de humedad removida:

$$\frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

**P<sub>i</sub>**= Peso inicial.

**P<sub>f</sub>**= Peso final.

Obteniendo como resultado un **72%**.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de química proximal en los residuos cítricos deshidratados, se muestran en la tabla 5.7 (base seca), realizados con el método de AOAC Químico Proximal (1990). El análisis de química proximal es aplicable en productos que son empleados para la formulación de una dieta como fuente de energía o proteína, el cual brinda información sobre la composición nutritiva del producto analizado.

**Tabla 5.7** Resultados de análisis de química proximal en residuos de cítricos

<b>Parámetro</b>	<b>Base Seca (%)</b>	<b>*Base 100 (%)</b>
Materia seca	92.37	100.00
Humedad	7.63	0.00
Proteína cruda (Nitrógeno * 6.25)	4.20	4.55
Extracto etéreo	7.44	8.05
Cenizas	3.81	4.12
Fibra cruda	15.08	16.33
Extracto libre de Nitrógeno	61.84	66.95
Total de nutrientes digestibles	81.42	88.14
Energía digestible (kcal/kg) aprox.	3,589.59	3,885.92
Energía metabolizable (kcal/kg) aprox.	2,943.16	3,186.13

\*Requerimientos para la alimentación de rumiantes. Facultad de Veterinaria, UNAM (2015).

Como se puede observar en la tabla 5.8, la muestra a los seis días de haber estado expuesta al sol, retuvo un 8% de humedad (21% menos del porcentaje total calculado a partir de la ecuación 1), obteniendo así un 92% de materia seca. Es por lo anterior, que se deben tener un tiempo de exposición solar mayor a seis días para una remoción de humedad más cercana al 100%.

Lo importante a destacar de los resultados obtenidos del análisis proximal (tabla 5.2), es que con base a los porcentajes obtenidos de los distintos parámetros analizados, se categoriza el alimento. Es decir, con resultados mayores a 20% en proteína cruda se considera al producto como un alimento proteínico. Por otro lado, resultados mayores al 18% en fibra cruda se considera un producto que puede ser utilizado como forraje y finalmente, resultados mayores al 50% en el extracto etéreo (grasas) o extracto libre de nitrógeno (carbohidratos) es considerado un alimento energético (Shimada, 2009).

Por lo que, dado los resultados, los residuos de las cascarillas de cítricos se puede considerar como un alimento energético presentando un 67% de extracto libre de nitrógeno. Es decir, aporta una gran cantidad de energía a la alimentación del animal pero que a la vez, también puede llegar a ser utilizado como forraje ya que el contenido de fibra cruda es cercano al 18% requerido. Cabe mencionar que la cascarilla de cítricos debe ser utilizada como un complemento dentro de la alimentación de los rumiantes, pues brindarlo como un único alimento no sería suficiente.

De igual forma, se realizaron análisis en los residuos de cascarillas de cítricos (peso seco y húmedo) para la cuenta de mohos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994), por parte del Departamento de medicina preventiva y salud pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia la cual evalúa la calidad sanitaria y microbiológica de un alimento; que es factible de estar contaminado con dichos microorganismos.

En la actualidad no existen normas mexicanas que especifiquen los límites permisibles para el contenido de levaduras o mohos en alimento para ganado o rumiantes. Sin

embargo, Sancho et. al., (2004) llevo a cabo un estudio de caracterización microbiológico en residuos alimenticios para alimento de ganado en donde se tomó como referencia los lineamientos dictados por la Directiva 1774/2002 del Parlamento Europeo y el Consejo Europeo del 3 de Octubre del 2002, en donde se incluyen requerimientos sanitarios para los residuos alimenticios peso seco (de carne, frutas y/o verduras provenientes del área de vegetales de supermercados o casas-habitación) destinados a la alimentación de animales. Dichos requerimientos con respecto a mohos y levaduras se muestran en la tabla 5.8, como también los resultados obtenidos a partir del análisis realizado.

**Tabla 5.8** Valor total de levaduras en residuos cítricos (UFC/g)

	<b>Valor obtenido</b>	<b>Valor máximo*</b>
Residuos cítricos (peso húmedo)	350,000	-
Residuos cítricos (peso seco)	230	920,000

*\*Límites permisibles dictados por la Directiva Europea 1774/2002.*

Por otro lado, para ambas muestras se presentó un valor de mohos menor de 10 UFC/g. Dicha cantidad presente en las cascarillas de cítricos, no representa ningún riesgo ni problemas a la salud en los animales de ganado o rumiantes (C. Alcazar, comunicación personal, 8 de junio, 2016).

### **5.8 Guía de concientización ambiental**

La guía de concientización se realizó en conjunto con el departamento de difusión y comunicación del Instituto de Ingeniería UNAM, con la meta de dar a conocer a los locatarios de los mercados públicos de la Ciudad de México la problemática que existe en la actualidad por el manejo inadecuado de los residuos dentro de dichas instalaciones. De igual manera, la guía pretende brindar información sobre la normativa aplicable para los residuos generados dentro de los mercados públicos.

Asimismo, se incluyó información sobre el manejo básico que se le puede brindar a los residuos que se generan en mayor cantidad y los beneficios que se aportan por tales acciones.

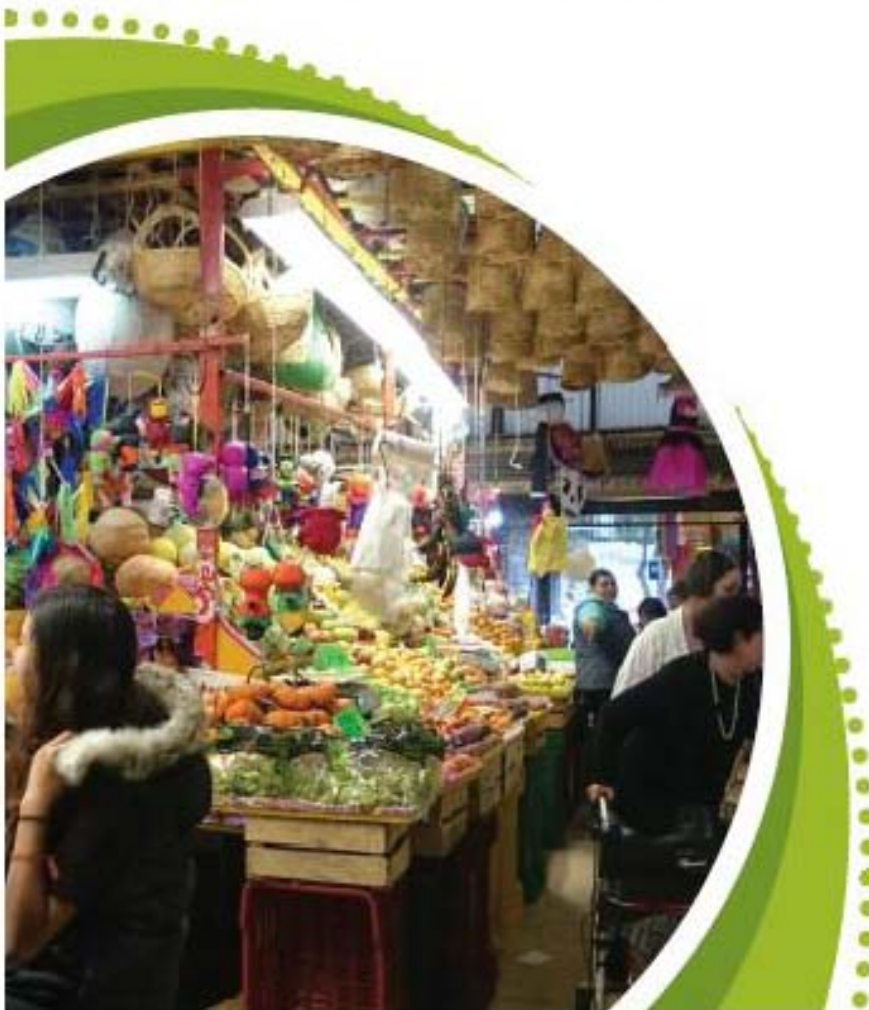
Los temas que se incluyeron en la guía son los siguientes:

- i.** Introducción,
- ii.** Mercados públicos,
- iii.** Residuos sólidos,
- iv.** Residuos de manejo especial,
- v.** NOM-161-SEMARNAT-2011,i
- vi.** Separación de residuos,
- vii.** NADF-024-AMBT-2013,
- viii.** Beneficios de separar residuos y
- ix.** ¿Cómo le hago?

A continuación, se muestra el diseño e información introducida en la guía de concientización.

# GUÍA DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL

## PARA MERCADOS PÚBLICOS SOBRE EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS





## ÍNDICE

Introducción.....	5
Mercados públicos.....	6
Residuos sólidos.....	9
Residuos de manejo especial.....	9
NOM-161-SEMARNAT-2011.....	10
Separación de residuos.....	11
NADF-024-AMBT-2013.....	11
Beneficios de separar residuos.....	14
¿Cómo se hace?.....	14





## INTRODUCCIÓN

Los mercados públicos desde hace años se han convertido en un pilar fundamental de la economía popular que cubre necesidades básicas en la sociedad (ropa, medicamentos, flores, artículos de cocina, etc.).

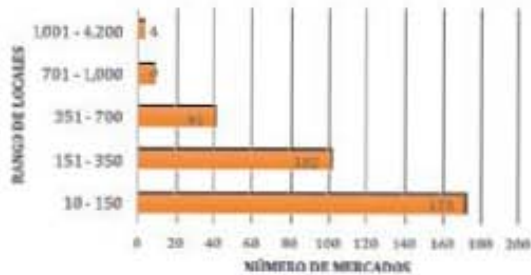
En la actualidad, los mercados públicos, son considerados grandes generadores de residuos sólidos. Desafortunadamente, en la Ciudad de México la gestión de los residuos en los mercados públicos no ha contado con la suficiente atención, lo cual ha repercutido en el ambiente y en la salud humana. Por lo que, viendo esta problemática, lo que se busca a través de esta guía es concientizar tanto a los locatarios como al personal administrativo que laboran dentro de los mercados públicos sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos, donde la meta principal sea el aprovechamiento de estos para así, llegar a tener beneficios económicos, ambientales y sociales así como también un manejo adecuado de los residuos.

LA CONCIENCIA AMBIENTAL  
EMPIEZA POR NOSOTROS  
MISMOS.



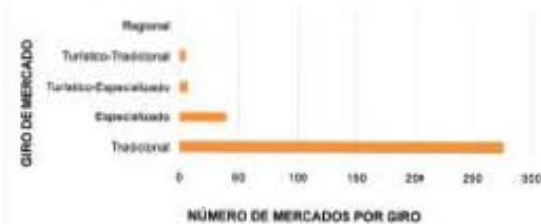
## MERCADOS PÚBLICOS DEL DISTRITO FEDERAL

Los mercados públicos se han convertido en un pilar fundamental de la economía popular cubriendo necesidades básicas de la sociedad. La gran variedad y cantidad de productos que se venden conlleva a una alta generación de residuos sólidos, en función del número de locales; que en la actualidad no cuentan con un manejo adecuado.



Actualmente, los mercados públicos son considerados como generadores de residuos de manejo especial, esto significa que están sujetos a generar un plan de manejo para residuos sólidos.

En la actualidad existen 329 mercados públicos clasificados por el tipo de giro, los cuales se encuentran distribuidos en las 16 delegaciones del Distrito Federal.



Los **mercados públicos tradicionales** son los más frecuentados, los cuales, hasta el día de hoy siguen teniendo una gran importancia cultural y económica para los mexicanos.



## RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos, comúnmente conocidos como “basura”, se refieren a todo aquel material que sobra después de realizar una actividad y su generación **contribuye al deterioro ambiental a nivel mundial.**

Por otro lado, es bien sabido que los residuos sólidos tienen un alto potencial de aprovechamiento, siempre y cuando no se encuentren contaminados. Es por ello, **la importancia de un manejo adecuado** ya que constituyen una gran oportunidad de ahorro de recursos económicos.

## RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Los residuos de manejo especial (RME), son aquellos generados en grandes cantidades (**10 toneladas o más al año**). Los RME no reúnen características para ser considerados residuos peligrosos o residuos sólidos urbanos y debido a que se generan en mayor volumen deben de contar con un manejo especial.

En la actualidad, existen herramientas para brindar un manejo más eficiente a los residuos sólidos, entre ellas, la norma ambiental **NOM-161-SEMARNAT-2011**, que aplica solo para los residuos de manejo especial.

## NOM-161-SEMARNAT-2011

La **NOM-161-SEMARNAT-2011** establece criterios para clasificar a los RME, y determina cuáles están sujetos a un plan de manejo.

Dicha norma es **obligatoria** para los **grandes generadores de RME**. Su propósito es prevenir la generación, así como disminuir la cantidad de residuos que son destinados a disposición final y al mismo tiempo promover la cultura de las 3 R's: reduce, reúsa y recicla, como también el *Zero Waste* (cero residuos).



Algunos de los resultados que se pueden obtener implementando dicha norma son:

- Disminución de problemas de contaminación,
- Promover el reúso y reciclaje,
- Ahorro en recursos económicos y naturales.

## SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Un importante estímulo para el aprovechamiento de residuos que son generados en los mercados públicos, es la correcta separación de residuos desde la fuente.

La separación de los residuos trae consigo muchos beneficios, tales como:

- Mayor facilidad de manejo de los residuos,
- Aprovechamiento de residuos,
- Mayor eficiencia en la recolección de residuos,
- Mayor vida útil de los rellenos sanitarios,
- Beneficios ambientales, sociales y económicos.

## NADF-024-AMBT-2013

La norma **NADF-024-AMBT-2013**, establece criterios y especificaciones para realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal.

Los tipos de separación de residuos sólidos que especifica son:

- Separación primaria (orgánica e inorgánica),
- Separación primaria avanzada (clasificación de residuos desde su fuente de generación),
- Residuos peligrosos domésticos,

- Separación secundaria (los residuos son nuevamente clasificados en otras categorías para evitar contaminación al mezclarse con otros),
- Otros residuos (cadáveres de animales).

El servicio de recolección selectiva debe realizarse por días diferenciados fomentando a los generadores la separación previa de los residuos.



#### RESIDUOS ORGÁNICOS

- Flores,
- Pasto y hojarasca,
- Restos de comida, huesos y carnes,
- Productos lácteos (sin recipiente),
- Servilletas de papel usadas,
- Desechables degradables (fécula de maíz, caña, etc.),
- Pan, tortillas, residuos de café,
- Cáscara de frutas, verduras, huevo y hortalizas,
- Bagazo de frutas.

#### RESIDUOS VALORIZABLES O RECICLABLES

- Papel, cartón, plástico,
- Vidrio,
- Celofán,
- Madera,
- Bolsas de plástico,
- Poliestireno expandido (Unicel).

#### OTROS

- Papel de baño y pañuelos usados,
- Ropa y textiles.



## BENEFICIOS DE SEPARAR RESIDUOS

La separación de residuos sólidos desde la fuente de generación es muy importante, facilita la recuperación de grandes cantidades de materiales para reciclar.

La separación de residuos permite disminuir la cantidad de desechos que se envían a los rellenos sanitarios, ya que estos son llevados a plantas de reciclaje, centros de acopio o a plantas de composta.

## ¿CÓMO LE HAGO...?

Existen residuos que se generan en mayor cantidad que otros. Muchas veces se desechan sin saber que pueden reusarse o reciclarse. Pero, ¿Cómo le hacemos?

A continuación se brindan consejos para brindar un manejo adecuado a aquellos residuos que cuentan con potencial de aprovechamiento.

El **periódico** es un residuo que se desecha diariamente en los mercados públicos, sin embargo el periódico se puede



reusar de muchas maneras: como envoltura para productos cerámicos o flores, para envolver la carne, rellenar bolsos y carteras, para limpiar derrames de líquidos no peligrosos, limpiar vidrios, etc.

Los plásticos como el **PET**, pueden ser reciclados varias veces, es importante juntarlos y aplastarlos quitándoles la tapa rosca. Los envases de PET también pueden ser reusados fácilmente, ya sea para guardar líquidos u objetos pequeños.

En los mercados públicos es común generar residuos de **papel estraza**, ya que es muy usado en los locales de comida. Este material puede agregarse fácilmente a la producción de composta, siempre y cuando no esté muy contaminado, de lo contrario es preferible separarlo y mandarlo a reciclaje.

El **cartón** suele ser de lo que más se genera en los mercados públicos, en donde se transporta por lo regular frutas y verduras. Lo más recomendable es practicar su reúso, utilizar las cajas de cartón las veces que sean posibles hasta que estén listas para reciclarse.

Las **bolsas de plástico** corresponden a un residuo que se desecha diariamente en grandes cantidades dentro de los mercados públicos, son muy dañinas para el ambiente, ya que tardan muchos años en degradarse, por lo que lo más recomendable es fomentar su reúso de la siguiente manera:

- Guarda comida perecible,
- Donar las bolsas a locales que las requieran,
- Cubrir zapatos en caso de derrames,
- Para envolturas de mercancía, entre otros.

Pero más importante aún, es primordial fomentar el uso de bolsas de tela cuando sea necesario y así disminuir la generación de bolsas de plástico.

El **Unicel** es un material que casi no se puede recuperar, por lo que se sugiere reducir su uso y controlar su reúso. Lo más recomendable es fomentar el uso de plásticos,

o incluso usar platos de cerámica y vasos de vidrio y así reducir su generación.

La manera más conocida para tratar a los **residuos alimenticios** es transformarlos en abono (composta). Sin embargo, en la actualidad existen otras opciones de aprovechamiento: tratamiento de residuos alimenticios con luz solar.

Por medio de una selección de residuos alimenticios, estos pueden ser deshidratados con luz solar, triturados y convertidos en harina para alimento de mascotas o de rumiantes (cabras, ovejas, vacas, etc.). Todo esto, a través de un deshidratador solar construido por ti mismo con materiales reciclados.

La deshidratación solar puede usarse para residuos alimenticios o también para que las frutas o verduras que normalmente se desechan por no cumplir con estándares de calidad; se deshidratan y pueden ser usadas como decoración o incluso alimento.





.....  
*SEPARA Y RECICLA LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA BENEFICIO  
DE TÚ SALUD Y LA DEL MEDIO AMBIENTE.*





---

## RESPONSABLES

**Dra. Ma. Neftalí Rojas Valencia**

[nrov@pumas.iingen.unam.mx](mailto:nrov@pumas.iingen.unam.mx)

Tel. 56233600, ext. 8663

**Ing. Carolina Silva Chávez**

[schavez.carolina@gmail.com](mailto:schavez.carolina@gmail.com)

Tel. 56233600, ext. 8703

---

**Primera edición**

**Impreso y hecho en México**

Unidad de Promoción y Comunicación

Instituto de Ingeniería, UNAM

**Diseño gráfico**

Sandra Lozano Bolaños

## **6. CONCLUSIONES**

- 1.** Con base en la revisión bibliográfica llevada a cabo para la formulación del capítulo del marco teórico y antecedentes, se identificó que la información relacionada con Planes de Manejo en mercados públicos es muy escasa. Por otro lado, en el contexto internacional, Europa ha obtenido logros importantes en materia de gestión integral de residuos a partir de políticas, programas y tecnologías.
- 2.** Se identificó la totalidad de mercados públicos que se encuentran activos y registrados actualmente en el Ciudad de México (329 en total), como también el tipo de giro que poseen y su ubicación en función del estrato socioeconómico. Se concluye que los mercados públicos ubicados en estratos socioeconómicos medio y bajo tienen mayores problemas en relación con la recolección y almacenamiento de los residuos sólidos generados.
- 3.** Se determinó la composición y tasas de generación en dos mercados públicos tradicionales y en la CEDA a partir de estudios de generación, los cuales constituyeron la parte medular para establecer estrategias contenidas en el Plan de Manejo.
- 4.** Los residuos que se presentaron en mayor volumen en los mercados públicos tradicionales seleccionados fueron residuos alimenticios (981 kg/día), plástico (106 kg/día), cartón (40 kg/día) y papel periódico (26 kg/día).
- 5.** Con base en el análisis del estudio de generación en la CEDA, se identificó la falta de observancia en la legislación ambiental local en materia de residuos por parte del personal que labora en las instalaciones y la falta de vigilancia por las autoridades competentes.

6. Los cuestionarios aplicados en mercados públicos de la Ciudad de México revelaron que se cuenta con buenas prácticas en el manejo de RS por parte de los locatarios (sobre todo en la etapa de almacenamiento dentro de los locales) como también al momento de practicar la separación y/o reuso de algunos residuos generados, como son las bolsas de plástico, periódico y cartón.
7. Se analizaron y propusieron alternativas para el Plan de Manejo para mercados públicos las cuales al ser aplicadas estrictamente y jerárquicamente tal cual se proponen, se obtendrá como resultado un manejo adecuado de los RS.
8. Se identificó que la tecnología más viable para ser tomada como modelo de cualquier mercado público de la Ciudad de México corresponde a la deshidratación solar, la cual funcionará como tratamiento no convencional para la fracción orgánica.
9. Se elaboró una guía de concientización ambiental para los locatarios y personal administrativo, la cual ayudará a sentar las bases para el manejo adecuado de residuos en los mercados públicos del Ciudad de México, sin importar el giro que trate; en donde se contribuirá a disminuir el flujo de los residuos que son transferidos a los rellenos sanitarios y lograr la minimización en la generación y la máxima valorización de estos.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Existe una gran urgencia por llevar a cabo acciones en relación al manejo de residuos en los mercados públicos de la Ciudad de México. Con la publicación de la norma mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 y lo establecido por la Secretaría del Medio Ambiente en materia de planes de manejo y residuos sólidos, se recomienda poner más atención sobre los grandes generadores de residuos sólidos como lo son los mercados públicos.
2. La deshidratación solar es una opción totalmente viable, económica y fácil de manejar por los mismos locatarios, en donde se les pueda brindar un valor agregado a estos residuos convirtiéndolos en alimento rico en nutrientes para los rumiantes (cabras, ovejas, borregos, etc.), animal de ganado o incluso mascotas (perros y gatos). Los deshidratadores solares tipo armario son los más adecuados para proyectos de pequeña escala y los deshidratadores solares tipo túnel para proyectos de gran escala donde la meta sea tratar alrededor de 2 a 3 t/día de residuos orgánicos.
3. Se deben aplicar buenas prácticas en todas las etapas que conforman el manejo de residuos para minimizar la cantidad transferida a rellenos sanitarios y maximizar el aprovechamiento y el reúso a través de programas de concientización y capacitaciones al personal.
4. Es importante llevar a cabo campañas de concientización ambiental hacia el personal que labora dentro de los mercados públicos para minimizar la generación. De igual forma es sustancial contar con programas de seguridad e higiene para el personal que lleva acabo la recolección y transferencia para evitar accidentes.

5. Los residuos tanto inorgánicos como orgánicos cuentan con un gran potencial de valorización y pueden llegar a reeditar mejores ganancias, es por ello que es de suma importancia practicar la separación en la fuente para evitar la contaminación de los mismos. De igual forma, se debe fomentar el uso de tecnologías no convencionales como la deshidratación solar y estar en posibilidad de comercializar materiales limpios aportando a la disminución del flujo de residuos transferidos al relleno sanitario.

## 8. REFERENCIAS

- Brøgger M. (2016). Aikan Technology: Methane and compost production from organic resources. Aikan, Solum Gruppen. Consultado en internet: <http://www.aikantechnology.com/how-it-works/batch-processing.html> el día 25 de Abril del 2016.
- Brown R. (2008). Potencial de la energía solar térmica de baja y media temperatura. Centro de investigación en energía UNAM. Mesa de trabajo 8: Fuentes alternas de energía – III, pp. 1-3.
- Capistran F., Eduardo A., Romero J. (2004). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Segunda Edición. Veracruz: Instituto de Ecología A.C., pp. 53-89.
- CEDA. (2016a). Entrega de nuevo equipo mecánico para la recolección de residuos. Central de Abasto, FICEDA, boletín No. 032.
- CEDA. (2016b). Presentan nueva planta compactadora de residuos sólidos urbanos instalada en la Central de Abasto. Central de Abasto, FICEDA, boletín No. 035.
- Celis G. (2006). Planta generadora de biogás en la Central de Abasto del Distrito Federal, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- CICEANA (2010). Saber más... Reciclaje de residuos sólidos. Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América A.C., E.U.A. Consultado en internet: <http://www.ciceana.org.mx/recursos/Reciclaje%20de%20residuos%20solicidos.pdf> el día 24 de Agosto del 2014.

CU. (2004). 100 Years of Waste Incineration in Denmark. Columbia University. Consultado en internet:

<http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/100YearsofWasteIncinerationinDenmark.pdf> el día 22 de abril del 2016.

Chávez E. (2010). Secador solar de alimentos. Jornada técnica sobre Assecatge solar de material vegetal. Consultado en internet:

[http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d65214b8-a03b-428b-8a8d-382a57558aa3&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=d65214b8-a03b-428b-8a8d-382a57558aa3&groupId=10136) el día 17 de Marzo del 2015.

Cisneros E. (2001). La contaminación ambiental en México. LIMUSA: México, pp. 455-460.

DAC. (2014). Copenhagen: Waste-to-Energy-Plants. Danish Architecture Centre. Consultado en internet: <http://www.dac.dk/en/dac-cities/sustainable-cities/all-cases/waste/copenhagen-waste-to-energy-plants/> el día 2 de Mayo del 2016.

DG. 2013. Denmark without waste, recycle more incinerate less. Danish Government. Consultado en internet:

[http://mfvm.dk/fileadmin/user\\_upload/MFVM/Miljoe/Ressourcestrategi\\_UK\\_web.pdf](http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Ressourcestrategi_UK_web.pdf) el día 18 de Mayo del 2016.

Masten S., Mackenzie D. (2005). Ingeniería y ciencias ambientales. Primera edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Capítulo 12. Ingeniería de residuos sólidos, pp. 517-549.

DEPA. (2015). Ministry of Environment and Food of Denmark. Danish Environmental Protection Agency. Consultado en internet:

<http://mst.dk/virksomhedmyndighed/affald/affaldsdatasystemet> el día 14 de mayo del 2016.

- Deffis C.A. (1994). La basura es la solución. Árbol editorial, D.F., pp.5-11.
- Duran A., Garcés M., Velasco A., Marín J., Gutiérrez R., Moreno A., Delgadillo N. 2013. Características y análisis de composición de los residuos sólidos de la Ciudad de México. Rev. Int. Contam. Ambient. Vol. 29 No.1 39-46.
- Finck A. G. (2013). Nopal (*Opuntia lasiacantha*) drying using an indirect solar dryer. Ises Solar World Congress 2013, pp. 2987-2992.
- Fruergaard T., Astrup T., Christensen T. (2010). Energy recovery from waste incineration: Assessing the important of district heating works. J. Waste Management 30, 1264-1272.
- GDF-FIDECA (2010). 200 años. 1810-2010. El abasto en la Ciudad de México, (Edición Única). Gobierno del Distrito Federal. Fideicomiso de la Central de abasto. Litografía Delta, S.A. de C.V. México, D.F.
- GDF (2003). Gobierno del Distrito Federal. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 23 de Abril. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, 23 de Diciembre de 2010.
- GDF (2008). Gobierno del Distrito Federal. Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal del 7 de octubre. Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.



DGSU. (2010). Manejo de residuos orgánicos en la Central de Abasto de la Ciudad de México. Dirección General de Servicios Urbanos. México, D.F.

INECC/SEMARNAT. (2012). Diagnóstico Básico para la gestión integral de residuos sólidos, versión extensa. Extraído a través de internet: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico\\_basico\\_extenso\\_2012.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf) el día 3 de Agosto del 2014.

INEGI (2013). Estadística básica sobre medio ambiente, datos del Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Extraído a través de internet: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/boletines/boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica32.pdf>, pp. 4-7. El día 06 de Agosto del 2014.

Jensen M., Møller J., Scheutz C. (2016). Comparison of the organic waste management systems in the Danish-German border region using life cycle assessment (LCA). J. Waste Management 49, 491-504.

Larsen A., Merrild H., Møller J., Christensen T. (2010). Waste collection systems for recyclables: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark). J. Waste Management 30, 744-754.

LGPGIR (2012). Ley General de la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.

LGEEPA (2014). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.

López G. (2014). Plan de Manejo integral de residuos sólidos para hipermercados. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México D.F., pp. 11-32.

López Julio A., Vanegas Walter L., (2009). Validación del uso de un secador solar de café en pergamino, en fincas de pequeños productores del municipio de San Rafael del Norte. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería UNI-NORTE, pp. 23-25.

López V., Humarán, C. (2001). Proyecto para la construcción de una planta generadora de biogás a partir de desechos orgánicos generados en a Central de Abasto del D.F., México. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

LRSDf (2006). Procedimiento para la separación y recolección selectiva de residuos sólidos en mercados públicos y concentraciones del Distrito Federal. Gobierno del Distrito Federal, México.

LRSDf (2012). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Asamblea legislativa del Distrito Federal III legislatura, México.

Matsumoto Y., Valdés M., Urbano A., Kobayashi T., López G., Peña (2014). Global solar irradiation in north Mexico City and some comparisons with the south. Energy Procedia 57, 1179-1188.

Morales R. (2011). Planes de manejo de residuos de generadores de alto volumen: El caso de la Central de Abasto del Distrito Federal, México.

Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México D.F.

Moreno G. (2001). Manual de construcción y operación de una secadora solar. Seminario de Proyectos II, Ing. En Energía, UAM-I.

Nijmeh M.N., Ragab A. (1998). Design and testing of solar dryers for processing food Waste. Journal of Applied Thermal Engineering pp. 1337-1346.

NADF-024-AMBT-2013. Criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal.

NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos Sólidos Municipales – Muestreo – Método de cuarteo. Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992.

NMX-AA-22-1985. Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos Sólidos Municipales – Selección y cuantificación de subproductos. Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992.

NOM-161-SEMARNAT-2011. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y Determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (2011). Norma Oficial Mexicana”. Diario Oficial de la Federación, Viernes 1 de febrero del 2013.

- Páez A. (2015). Crónica: En las entrañas de la Central de Abasto. La Central... De olores. Reforma, pp. 2.
- Pettit M. (2016). Why this Danish supermarket is selling food that nobody wants. Smart Approaches to Sustainability.
- Ramos S., San Martín D., Zufía J. (2014). Valorization of food waste to produce raw materials for animal feed. J. Food Chemistry 198, 68-74.
- Reglamento (CE) n° 1774/2002 del Parlamento europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos no destinados al consumo humano. Diario Oficial n° L 273 de 10/10/2002 p. 0001-0095.
- Rocha G. (2015). Manual de uso y construcción de deshidratador solar casero. Pp. 9-10.
- Salgado K. (2008). El colector solar térmico para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS). Instituto Politécnico Nacional. Tesis de Licenciatura. Pp. 79-124.
- Sancho P., Pinacho A., Ramos P., Tejedor C. (2004). Microbiological characterization of food residues for animal feeding. J. Waste Management 24, 919-926.
- Santana S. (2012). Diagnóstico de la cultura y gestión ambiental del manejo de los residuos sólidos en la UPIICSA. Tesis de Maestría, Secretaría de Investigación y Posgrado, Instituto Politécnico Nacional, pp. 3.
- SEDECO (2013). Programa de protección y fomento de los mercados públicos de la Ciudad de México. Consultado en internet:

[http://sedecodf.gob.mx/archivos/Mercados\\_publicos\\_14\\_de\\_agosto.pdf](http://sedecodf.gob.mx/archivos/Mercados_publicos_14_de_agosto.pdf) el día 15 de Agosto del 2014.

SEDECO (2015). Listado de mercados públicos del D.F. Consultado en internet:

[http://sedecodf.gob.mx/archivos/Listado\\_de\\_Mercados\\_Publicos.pdf](http://sedecodf.gob.mx/archivos/Listado_de_Mercados_Publicos.pdf) el día 24 de Agosto del 2014.

SEDESOL (2011). Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales. Extraído a través de internet:

<http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf> el día 24 de Agosto del 2014.

SEDEMA (2014). Inventario de Residuos Sólidos CDMX - 2014. Secretaria del Medio Ambiente.

SEMARNAT (2012). Libro blanco: Programa Nacional Para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.

SEMARNAT (2008). Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo de integral de los residuos sólidos urbanos.

SEMARNAT (2008). Informe de la situación del medio ambiente en México, capítulo 7: Residuos.

Shimada M. (2009). Nutrición Animal. Segunda Edición, pp. 284 – 354. México: Trillas.

SOBSE (2012). Infraestructura para el manejo de residuos sólidos. Secretaría de obras y servicios. Ciudad de México, D.F. Consultado en el Inventario de Residuos 2014.

Suárez V. (2012). Plan de Manejo de residuos en la industria azucarera caso de estudio: Ingenio Adolfo López Mateos, Oaxaca. Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, D.F., pp.42-43.

Turconi R., Butera S., Boldrin A., Grosso M., Rigamonti L., & Astrup T. (2011). Life cycle assessment of waste incineration in Denmark and Italy using two LCA models. *Waste Management and Research*, 29, 78-90.

## **9. ANEXOS**

### **Anexo I**

#### Actividades complementarias

##### ***Curso-taller para la construcción de deshidratador solar***

Se llevó a cabo un curso-taller por parte de Aliados por Labores Ambientales y Sociales Cultivando tu Espacio A.C., para la construcción de tres deshidratadores tipo armario impartido los días 11 y 18 de Marzo del 2015 con una duración total de 3 horas.

##### ***Congreso Internacional***

El presente trabajo se presentó en el Tercer Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental 2016, los días 17 y 18 de Marzo en Guaymas, Sonora dentro de la temática de residuos y modalidad de ponencia.

##### ***Estancia Académica***

Se realizó una estancia durante el periodo correspondiente al 15 de Marzo del 2016 al 31 de Mayo del 2016 en Århus Universitet en el área de “Eco-Industrial System Analysis”, Departamento de Ciencia Ambiental, en la Ciudad de Roskilde, Dinamarca. Por un lado, se llevaron a cabo visitas de campo a la empresa Biovækst, en la Ciudad de Gislinge, Dinamarca; la cual aplica tecnología danesa *Aikan* para la generación de fertilizante orgánico y biogás para la producción de electricidad y calor a través de la digestión anaeróbica de residuos sólidos. Por otro lado, en conjunto con las visitas realizadas se llevó a cabo la elaboración de un artículo donde el objetivo fue comparar los sistemas de manejo de residuos en México y Dinamarca a través de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida y el método IPCC 2006.

## **Anexo II**

Contenido de Plan de Manejo de residuos sólidos por parte de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA)

### **PLAN DE MANEJO**

#### **CONTENIDO GENERAL**

##### **INDICE**

##### **INTRODUCCIÓN**

##### **DEFINICIONES**

##### **OBJETIVOS**

#### **ANTECEDENTES**

#### **DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA**

##### **DIAGNÓSTICO**

GENERACIÓN DEL RESIDUO  
CARACTERÍSTICAS DEL RESIDUO  
MANEJO ACTUAL

##### **JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA**

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL  
GENERADORES DE RESIDUOS EN ALTO VOLUMEN  
RESIDUOS PELIGROSOS (voluntarios de mencionar en este documento)

##### **PARTICIPANTES**

##### **METODOLOGÍA**

PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN  
ALMACENAMIENTO  
RECOLECCIÓN  
DESTINO FINAL  
METAS  
CAMPAÑA DE DIFUSIÓN

##### **EVALUACIÓN DEL PROGRAMA**

INFORMES  
BITÁCORAS



# CERTIFICADOS DE ENTREGA-RECEPCIÓN FORMATOS DE VERIFICACIÓN PROCEDIMIENTOS

## AMBITO DE APLICACIÓN

### **PLAN DE MANEJO (llenado de documento)**

#### CONTENIDO DESARROLLADO

##### 1. INTRODUCCIÓN

Mencionar una breve descripción del giro de la empresa y su política ambiental.

##### 2. DEFINICIONES

En caso de requerirse es conveniente que se definan algunos conceptos que se encuentren dentro del contenido del documento, estableciéndose en orden alfabético a manera de un diccionario, definiendo el significado de términos técnicos o especializados, pertenecientes a una jerga determinada que el que presenta el documento supone no son familiares para el dictaminador.

##### 3. OBJETIVOS

Establecer claramente cuál es el objetivo del plan de manejo. El objetivo en general es la meta que se pretende alcanzar. Define los alcances del plan de manejo.

##### 4. ANTECEDENTES

En caso de que ya se haya realizado algún programa semejante es conveniente mencionarlo y describir brevemente en cuáles fueron las actividades realizadas, participantes y resultados que se obtuvieron.

##### 5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

###### 5.1. DIAGNÓSTICO

###### 5.1.1. GENERACIÓN DEL RESIDUO

Mencionar cantidades de los residuos que se generan y cuál es su fuente de generación, así como cantidades acopiadas y enviadas a reciclaje o disposición final.

###### 5.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL RESIDUO

Mencionar características físicas y químicas de los residuos y breve descripción

###### 5.1.3. MANEJO ACTUAL

Mencionar cual es el procedimiento de recepción, acopio, almacenamiento, traslado y tratamientos que se llevan a cabo.

###### 5.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

###### 5.2.1. RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

###### 5.2.2. GENERADORES DE RESIDUOS EN ALTO VOLUMEN

###### 5.2.3. RESIDUOS PELIGROSOS (voluntarios de mencionar en este documento)

###### 5.3. PARTICIPANTES

Mencionar los datos y la forma de participar de las empresas en el programa.

###### 5.4. METODOLOGÍA

###### 5.4.1. PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN O GENERACIÓN

Descripción

#### 5.4.2. ALMACENAMIENTO

Una vez que se realiza la recepción, describir cómo se lleva a cabo el almacenamiento.

#### 5.4.3. RECOLECCIÓN

#### 5.4.4. DESTINO FINAL

Cuál es el destino de los residuos y la en las que se transportan y llegan a disposición final.

#### 5.4.5. METAS

Establecer cuáles serán las metas de los residuos generados, es conveniente un % de acopio del periodo anterior, y % a reciclaje y otro a disposición final.

#### 5.4.6. CAMPAÑA DE DIFUSIÓN

Es necesario mencionar cual es la estrategia de difundir el programa y los medios de comunicación que se emplean para que la población cuente con toda la información acerca de la operación, participación y resultados del programa.

### 6. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

#### 6.1. INFORMES

Es conveniente que se den a conocer los datos que el programa arroja, por lo que es necesario informar a la Secretaría del Medio Ambiente y a la población, el mínimo de información que debe contener el informe son: cantidad de residuos acopiados, su destino, cantidad de material exportado para el reciclaje, cantidad de material reciclado y listado de empresas participantes.

#### 6.2. BITÁCORAS

Con el objeto de llevar un control de la recepción-entrega de los residuos, se recomienda el uso de bitácora de control, en la cual se registren los datos de acopio de los residuos por zona y por fecha.

#### 6.3. CERTIFICADOS DE ENTREGA-RECEPCIÓN

#### 6.4. FORMATOS DE VERIFICACIÓN

#### 6.5. PROCEDIMIENTOS

Se recomienda elaborar procedimientos para el manejo de los residuos, los cuales facilitan la operación y establecen responsabilidades de cada uno de los actores.

### 7. AMBITO DE APLICACIÓN

Es conveniente delimitar la zona en la que el programa se lleva a cabo.

**NOTA:** Desarrollar los puntos donde se aplique.

## Anexo III

Formato de reporte semanal de residuos generados

### INFORME SEMANAL DE PROGRAMA

Ciudad de México, a [REDACTED] de [REDACTED] del [REDACTED]

Dirección General de Regulación Ambiental [REDACTED]

Área de generación [REDACTED]

#### DATOS DE LOS RESIDUOS GENERADOS

\*Agregar tantas filas como sea necesario, dependiendo del número de residuos.

Residuo	Cantidad generada (kg/día)	Destino	Cantidad aprovechada, reciclada o enviada a disposición final (kg/día)

#### EMPRESAS PARTICIPANTES

\*Agregar tantas filas como sea necesario, dependiendo del número de residuos.

Residuo	Cantidad enviada (kg/día)	Empresa encargada del acopio

## Anexo IV

### Formato de bitácoras

Dirección General de Regulación Ambiental

Área de generación

Fecha	Hora	Residuo	Cantidad (kg)	Empresa

## Anexo V

### Formato para residuos generados

Área de generación



\*Agregar tantas filas como sea necesario, dependiendo del número de residuos.

Residuo	Cantidad total generada y/o manejada (kg/día)	Cantidad aprovechada o reciclada (kg)	Cantidad enviada a disposición final (kg)
<b>TOTAL</b>			

\_\_\_\_\_  
Firma de responsable

\_\_\_\_\_  
Empresa

## Anexo VI

### Formato de recepción-entrega de residuos

Dirección general de Regulación Ambiental

Área de generación

*\*Agregar tantas filas como sea necesario, dependiendo del número de residuos.*

<b>Residuo</b>	<b>Empresa</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Dirección y teléfono</b>

\_\_\_\_\_  
**Firma de responsable**

\_\_\_\_\_  
**Empresa**

## Anexo VII

Diseño de deshidratador solar tipo armario para fracción orgánica

# DESHIDRATADOR SOLAR TIPO ARMARIO

