

Proyecto de Integración

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Plan de manejo de los residuos sólidos generados en la escuela primaria “Georges Cuisenaire” en Azcapotzalco, Ciudad de México

Proyecto tecnológico

Trimestre 20-I

Alumno  
Abraham Montes de Oca  
Soto  
2152002323  
[amontes96@hotmail.com](mailto:amontes96@hotmail.com)

## **Declaratoria**

Yo, Abraham Montes de Oca Soto, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de la UAM Azcapotzalco.

Yo, Dra. Maribel Velasco Pérez, declaro que aprobé el contenido del presente reporte de proyecto de integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital. Así como en el repositorio Institucional de la UAM Azcapotzalco.

Yo, M. en C. Juan Carlos Álvarez Zeferino, declaro que aprobé el contenido del presente reporte de proyecto de integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital. Así como en el repositorio Institucional de la UAM Azcapotzalco.

## Resumen

La alta tasa de generación de residuos sólidos en la Ciudad de México (CDMX) es uno de los principales problemas por los que atraviesa la metrópolis, generándose 13,073 t/día de residuos sólidos urbanos, de los cuales van a disposición final 8,107 t/día, es decir, más del 62% mientras que el resto (cerca del 37%), es el único que recibe algún tipo de aprovechamiento ya sea en alguna de las 8 plantas de composta con las que dispone la ciudad, en las dos plantas de selección o en las dos plantas de compactación (SEDEMA, 2019).

Es por eso que existen los planes de manejo de residuos sólidos (PMRS), los cuales son utilizados como un instrumento para favorecer la gestión integral de los residuos en cualquier institución donde se apliquen. Sobre todo, en instituciones educativas de nivel básico, donde su aplicación es de gran importancia porque ayuda a las niñas y niños a crear conciencia sobre el daño ambiental que puede ocasionar una mala gestión de residuos sólidos.

Como ejemplo, se han diseñado diversas propuestas de planes de manejo de residuos sólidos para distintas instituciones educativas en la Ciudad de México y el Estado de México, como ejemplo están, la escuela secundaria general No. 20 “Rafael Ramírez ubicada en Tepotzotlán, Estado de México, en donde en 2017 se propuso un plan de manejo de residuos sólidos (Barbosa *et al.*, 2018), también en 2017 se realizó una propuesta de plan de manejo de residuos sólidos en la escuela secundaria técnica 45 en la Ciudad de México (Pérez *et al.*, 2017).

El objetivo de este proyecto fue la elaboración de una propuesta de plan de manejo (PM) para los residuos sólidos generados en la escuela primaria “Georges Cuisenaire”, ubicada en la alcaldía de Azcapotzalco en la Ciudad de México.

Primero se realizó la recopilación de información sobre la población total y sobre el manejo actual de los residuos en la institución mediante entrevistas al personal directivo y de intendencia. Posteriormente, se estimó en trabajo de campo la generación y composición de los residuos. Los estudios de generación se llevaron a cabo del 25 al 29 de noviembre y del 2 al 6 de diciembre, ambos en 2019. La composición de los residuos se determinó los días 29 de noviembre y 6 de diciembre. Finalmente, se propusieron medidas para la prevención y minimización de los residuos con base en la información recabada en el trabajo de campo.

Se obtuvo que el número de alumnas y alumnos es 299, personal docente 19, personal administrativo 3 y de intendencia 5. La escuela cuenta con 18 aulas, una cancha de fútbol y 33 equipos de cómputo. En cuanto al manejo de residuos se encontró que, salvo la hojarasca, los residuos actualmente no son separados. Los residuos son entregados al servicio de recolección de la alcaldía, dicho servicio se realiza de manera gratuita. La generación total se estimó en 110.53 kg/semana y la *per cápita* semanal en 0.34 kg, el peso volumétrico promedio obtenido fue 95.63 kg/m<sup>3</sup>. Cabe destacar que, aunque la escuela no se considere como gran generador

de residuos (más de 10 t/ año), debe de contar con una adecuada separación y valorización de sus residuos de acuerdo con la normatividad de la CDMX.

Los residuos que se generaron en mayor proporción fueron hojarasca y alimentos con 46.34% (8.91 kg), seguido de papel de baño y toallas sanitarias con 12.62% (2.4 kg) y en tercer lugar se ubicó al papel y cartón con 11.94% (3.72 kg).

El plan de manejo está basado en la prevención, segregación y aprovechamiento. La prevención propone principalmente un programa de educación ambiental y la implementación de un programa de recuperación de libros y libretas. Se sugiere la segregación de residuos en las aulas en recuperables (Papel, cartón, PET y Tetrapak ®) y todo lo demás (residuos de sacar punta de lápices y colores, bolígrafos gastados, residuos de borrador, envolturas de golosinas, etc.), mientras que en el patio en las fracciones recuperables, orgánicos y todo lo demás. Los residuos recuperables serán almacenados en el sitio de almacenamiento temporal, para su posterior venta a la recicladora MANZILLA y los orgánicos serán utilizados en la elaboración de compostas por pilas.

Así mismo se pudo concluir, que la implementación de los planes de manejo de residuos sólidos en las instituciones de educación básica, son una gran opción para crear conciencia en las y los jóvenes de edades tempranas, sobre el impacto ambiental que conlleva la mala gestión de los residuos sólidos generados en su vida diaria.

## **Dedicatoria**

*A Dios, por siempre acompañarme en mi formación estudiantil lejos de mi hogar, por siempre cuidarme y guiarme por el camino correcto para poder ser un hombre de bien para la sociedad*

*A mi madre Yanet Soto que siempre me ha apoyado en todos los aspectos en mi vida y nunca me ha dejado solo*

*A mi novia Karen Yazmín por acompañarme en esta aventura de formación profesional y siempre brindarme su apoyo incondicional*

*A mi amigo Joshua, por apóyame y estar conmigo en mis primeros años de formación en la Ciudad de México, eres un buen amigo*

## **Agradecimientos**

*A la Dra. Maribel y el profesor Juan Carlos, por su disposición de apoyarme en el desarrollo de este proyecto de integración y dotarme de muy buenos consejos para mi vida profesional. Espero que, a pesar de las circunstancias, podamos seguir siendo amigos y próximos colegas de esta bella profesión*

*A la Maestra Mariana Mendoza y su novio Martín por apoyarme en los estudios de generación y composición*

*Al director de la primaria “Georges Cuisenaire” el Lic. Guadalupe Elizarrarás por abrirme las puertas para realizar este proyecto en la institución que dirige*

*Al personal de intendencia de la primaria, por apoyarnos en el desarrollo del proyecto*

*A la UAM Azcapotzalco, por ser una de las mejores universidades de México y América latina, por tener a los mejores profesores-investigadores a nivel nacional comprometidos con su vocación de formar mejores personas en pro de la sociedad*

# Contenido

- Declaratoria .....i
- Resumen ..... ii
- Dedicatoria ..... iv
- Agradecimientos.....v
- Contenido .....vi
- Lista de figuras .....x
- Lista de Tablas ..... xii
- 1 Introducción..... 1
  - 1.1 Antecedentes..... 1
  - 1.2 Justificación ..... 3
- 2 Objetivos ..... 4
  - 2.1 Objetivo general ..... 4
  - 2.2 Objetivos específicos..... 4
- 3 Marco teórico..... 5
  - 3.1 Problemática asociada a los residuos en México ..... 5
    - 3.1.1 Contaminación de los suelos y los cuerpos de agua ..... 5
    - 3.1.2 Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades ..... 6
    - 3.1.3 Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero ..... 6
    - 3.1.4 Liberación de sustancias agotadoras de ozono ..... 6
  - 3.2 Gestión de los residuos sólidos en la CDMX..... 6
    - 3.2.1 Situación actual de los residuos en la CDMX ..... 6
    - 3.2.2 Generación de residuos sólidos en la CDMX..... 7
    - 3.2.3 Mayores generadores de residuos en la CDMX ..... 9
    - 3.2.4 Recolección de los residuos en la CDMX ..... 9

3.2.5	Estaciones de transferencia (ET).....	10
3.2.6	Disposición final de los residuos.....	12
3.2.7	Tiraderos clandestinos.....	13
3.3	Legislación en materia de residuos.....	14
3.3.1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	16
3.3.2	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	16
3.3.3	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento 17	
3.3.4	Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la CDMX.....	17
3.3.5	Ley de Residuos Sólidos de la CDMX.....	18
3.3.6	Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.....	18
3.4	Educación ambiental en la CDMX.....	20
3.5	Programas en materia de residuos sólidos en la CDMX.....	21
3.5.1	Programa General de Desarrollo del Distrito Federal.....	21
3.5.2	Programa de acción climática de la CDMX (PACCM) 2014-2018.....	21
3.5.3	Programa Sectorial Ambiental y de sustentabilidad 2013-2018.....	21
3.5.4	Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para la CDMX 2016-2020 (PGIRS).....	22
3.5.1	Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX (IRS CDMX).....	22
3.5.2	Basura Cero.....	23
3.5.3	Mercado de Trueque.....	23
3.5.4	Reciclación.....	23
3.5.5	Ponte Pilas con tu Ciudad.....	24
3.6	Planes de manejo.....	24
4	Metodología.....	27
4.1	Recopilación de información en la escuela.....	28
4.2	Trabajo de campo.....	28
4.2.1	Estudios de generación.....	28
4.2.2	Estudios de composición.....	29
4.2.3	Peso volumétrico.....	29
4.2.4	Selección y cuantificación de subproductos.....	30



4.2.5	Propuesta de plan de manejo de RS .....	30
5	Resultados y discusión.....	32
5.1	Recopilación de información en la escuela .....	32
5.2	Trabajo de campo.....	36
5.2.1	Estudios de generación .....	36
5.3	Estudio de composición.....	37
5.3.1	Peso volumétrico .....	38
5.3.2	Selección y cuantificación de subproductos.....	39
6	Propuesta de plan de manejo de RS.....	41
6.1	Elementos generales.....	41
6.1.1	Información general .....	41
6.1.2	Diagnóstico de los residuos .....	41
6.1.3	Formas de manejo integral propuestas para los residuos .....	45
6.1.4	Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo .....	47
6.1.5	Descripción del destino final del residuo.....	48
6.1.6	Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo .....	48
6.1.7	Participantes del plan y su actividad.....	48
6.1.8	Mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general .....	50
6.1.9	Descripción de la infraestructura interna y externa involucrada.....	51
6.1.10	Inversión y beneficios económicos .....	53
7	Conclusiones.....	54
	Referencias bibliográficas.....	55
	Anexo A.....	59
	Anexo B.....	62
	Anexo C.....	65
	Anexo D.....	66

Anexo E .....	68
Anexo F .....	73
Anexo G.....	76

## Lista de figuras

Figura 3-1. Generación de residuos sólidos del 2014 al 2018 en la CDMX (SEDEMA, 2019) ..	7
Figura 3-2. Generación <i>per cápita</i> en las alcaldías de la CDMX (SEDEMA, 2019).....	8
Figura 3-3. Principales generadores de residuos en la CDMX en año 2018 (SEDEMA, 2019) .	9
Figura 3-4. Vehículo de la CDMX recolector de RS en operación (SEDEMA, 2019) .....	10
Figura 3-5. Ubicación de las 11 estaciones de transferencia de la CDMX (SEDEMA, 2019)..	11
Figura 3-6. Personal laborando en una de las 11 estaciones de transferencia de la CDMX (SEDEMA, 2019) .....	11
Figura 3-7. Origen de los residuos en t/día que ingresan a disposición final (Secretaría de Obras y Servicios, 2018, citados por la SEDEMA 2019) .....	12
Figura 3-8. Viajes provenientes de las 12 ET de la CDMX hacia los cinco SDF (SEDEMA, 2019) .....	13
Figura 3-9. Nivel jerárquico de los principales ordenamientos que conforman el sistema jurídico mexicano. Fuente: elaboración propia.....	15
Figura 3-10 Calendario del Recicladrón implementado por la SEDEMA para el 2020 (SEDEMA, 2020) .....	23
Figura 3-11. Toneladas anuales acopiadas de pilas del programa “Ponte las pilas con tu ciudad” de la SEDEMA (SEDEMA, n.f.-a) .....	24
Figura 4-1 Diagrama de flujo para la elaboración de la propuesta del plan de manejo de residuos en una escuela primaria en la CDMX .....	27
Figura 5-1. Ubicación en el mapa de la primaria, (Google Earth, 2020).....	32
Figura 5-2. Plano estructural de la escuela primaria Georges Cuisenaire (fotocopia otorgada por la dirección del plantel) .....	33
Figura 5-3. Fotografías de los botes de RS en la escuela primaria .....	34
Figura 5-4. Sitio de almacenamiento temporal de los RS ubicado en el estacionamiento de la escuela .....	35

Figura 5-5. Separación y clasificación del primer estudio realizado en la escuela primaria ....	38
Figura 5-6. Separación y clasificación del segundo estudio realizado en la escuela primaria .	38
Figura 5-7. Porcentaje de subproductos promedio de los RS en los dos estudios realizados.	40
Figura 6-1. Propuesta del ciclo de manejo de los RS en la escuela primaria (Elaboración propia) .....	50
Figura 6-2. Propuesta de etiquetas para los contenedores de RS en la escuela primaria (elaboración propia).....	52

## Lista de Tablas

Tabla 3-1 Número de tiraderos clandestinos por alcaldía, identificados por la SEDEMA en el 2018 (SEDEMA, 2019) .....	13
Tabla 5-1. Población total de persona en la escuela primaria (elaboración propia) .....	33
Tabla 5-2. Resultados del primer estudio de generación de residuos sólidos .....	36
Tabla 5-3. Resultados del segundo estudio de generación de residuos sólidos .....	36
Tabla 5-4. Resultados promedio de las dos semanas del estudio de generación .....	37
Tabla 5-5. Peso volumétrico de los residuos .....	39
Tabla 6-1. Participantes en el plan de manejo y sus responsabilidades (elaboración propia) .	48
Tabla 0-1. Cedula de informe de campo para la semana uno .....	65
Tabla 0-2. Cedula de informe de campo para la semana dos .....	65

# 1 Introducción

Los residuos sólidos urbanos son aquellos generados en las casas habitación, y son el resultado de la eliminación de los materiales que son utilizados en las actividades domésticas, de los productos que son consumidos y también de sus envases, empaques o embalajes (LGPGIR, 2018).

En la Ciudad de México (CDMX) se generan aproximadamente 13,073 t de residuos sólidos urbanos por día, las cuales se manejan por medio de 12 estaciones que transfieren 8,346 t/día, dos plantas de selección donde se reciben 3,801 t/día de las cuales se recuperan 184 t/día y dos plantas compactadoras que reciben 895 t/día y 769 t/día. Los residuos compactados son enviados para la producción de combustible derivado de residuos (CDR). Además, se cuenta con 8 plantas de composta que reciben 1,383 ton/día y con 5 sitios de disposición final que en conjunto reciben 8,107 t/día (SEDEMA, 2019).

Por otra parte, los planes de manejo (PM) de residuos sólidos, son instrumentos cuyo objetivo es minimizar la generación (acción de producir residuos mediante el desarrollo de procesos productivos o de consumo(LGPGIR, 2018) y maximizar la valorización (principio y conjunto de acciones que están asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen (LGPGIR, 2018) los residuos. Para su elaboración se toman en cuenta criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. Consideran además los principios de responsabilidad extendida y gestión integral. Cabe mencionar que los grandes generadores de residuos sólidos urbanos (más de 10 toneladas al año) y los generadores de residuos de manejo especial están obligados a presentar un PM (LGPGIR, 2018).

La escuela primaria “Georges Cuisenaire” es una institución de educación pública y cuenta con dos turnos (matutino y vespertino), se encuentra ubicada en la CDMX, en la alcaldía de Azcapotzalco, en Camino Real de San Martín No. 78, C.P. 02230. Cuenta con una población de 299 alumnas y alumnos, 19 de personal docente, 5 de intendencia, 3 de personal administrativo, cuenta además con 18 aulas, una cancha de futbol y 33 equipos de cómputo (SEP, 2013). La escuela actualmente no cuenta con ningún plan de manejo para los residuos que genera.

En el presente proyecto se propone un PM de residuos para la escuela primaria, con el fin de prevenir y valorizar los residuos generados en ella, y a su vez concientizar a los niños y niñas sobre el impacto de los residuos en el ambiente.

## 1.1 Antecedentes

En el país, al menos desde el 2003 varias instituciones educativas han implementado programas de manejo de residuos sólidos. Algunas de estas instituciones son la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) (Velasco *et al.*, 2018), la Universidad Tecnológica de Puebla (Arenas *et al.*, 2016) y la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala

(Reyes *et al.*, 2015). También existen ejemplos de propuestas de planes de manejo de residuos sólidos para instituciones de educación básica, como los de la escuela secundaria general No. 20 “Rafael Ramírez” en el Estado de México (Barbosa *et al.*, 2018), la Secundaria Técnica No. 45 en la Ciudad de México (Pérez *et al.*, 2017), y el Instituto Juventud del Estado de México (Ortiz & Tapia, 2017).

El 31 de octubre del 2003 surge en la UAM-A el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos llamado “*Separación por un mejor UAMambiente®*”. Este consiste en separar los residuos en dos fracciones: recuperables en botes blancos (aluminio, Tetrapak®, vidrio, vasos de cartón, envases de yogurt y de leche, y botellas de polietileno tereftalato - PET) y todo lo demás en botes rojos (cubiertos de plástico, restos de comida, servilletas, papel sucio, vasos, platos de unicel, bolsas de frituras, colillas de cigarrillos, chicles, bolígrafos y lápices). *Separación* surgió con la finalidad de involucrar a toda la comunidad universitaria en la separación de los residuos generados en la unidad y cumplir con la legislación de la CDMX. En 2017, se enviaron a reciclaje los siguientes materiales: 100 kg de aluminio, 500 kg de PET, 1,000 kg de envases multicapas, 1,000 kg de electrodomésticos, 1,000 kg de cartón y casi 6,000 kg de papel (Velasco *et al.*, 2018).

En 2006, la Universidad Tecnológica de Puebla, como iniciativa de la carrera en Tecnología Ambiental, inició un programa denominado “*Campaña 4RSU*”. Éste inicialmente consistió en la instalación de contenedores de cartón que recibían los residuos generados por la escuela, los cuales se vendían o se utilizaban para composta, sin embargo, estos residuos no eran cuantificados. En 2012 se inició la cuantificación de los residuos, y no fue sino hasta el periodo de septiembre 2014 a agosto 2015 que los estudiantes de la misma carrera comenzaron a clasificar y cuantificar los residuos de papel y cartón, latas de aluminio y botellas de PET. Durante 2016 el programa se aplicó en 30% de la universidad y se logró recuperar y vender en promedio 1 t de papel y cartón por cuatrimestre y 60 kg de botellas de PET (Arenas *et al.*, 2016).

Por otra parte, la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta desde el 2014 con el “Programa de Manejo Integral (PROMIR)”, cuyo objetivo es separar los residuos en reciclables, sanitarios, PET y orgánicos, así como acopiar las pilas usadas. El programa contó con tres etapas, en la primera se realizó un diagnóstico para cuantificar la generación de los residuos y su composición, en la segunda etapa se evaluó la factibilidad del programa y por último se diseñó una ruta crítica para llevarlo a cabo. En 2014, se realizó el primer estudio de generación, se encontró una generación promedio de 1,372.35 kg/día con un contenido de materia orgánica de 42.55%, seguida por papel (18.08%) y las bolsas y envolturas de plástico con un 8.51% (Reyes *et al.*, 2015).

En 2017, se realizó una propuesta de PM para la escuela secundaria general No. 20 “Rafael Ramírez” en el municipio de Tepotzotlán, Estado de México. Se encontró que el promedio de generación fue de 171.7 kg/semana, con un peso volumétrico de 46.31 kg/m<sup>3</sup> y los residuos en

mayor proporción (masa) fueron: papel (18%), alimentos (13%), cartón (9%) y papel sanitario (6%). Por último, las propuestas para el PM fueron la elaboración del “Programa de separación de residuos”, el programa de acopio “Libérate” y la creación del “Centro de acopio escolar” (Barbosa *et al.*, 2018).

En agosto del 2017 se realizó un proyecto de integración que consistió en el desarrollo de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en la Escuela Secundaria Técnica No. 45. El estudio se llevó a cabo del día 8 al 17 de febrero de 2017. Se obtuvo una generación de RSU por semana de 390.2 kg, una generación *per cápita* de 0.027 kg/semana, un peso volumétrico de 43.4 kg/m<sup>3</sup>. En cuanto a los resultados de composición y cuantificación, fueron los siguientes: el papel bond ocupó la primera posición representando el 21%, seguido del PET con un 13% y los residuos orgánicos con un 12%. Con estos resultados se planteó un Plan de Manejo para aplicar la minimización y valorización de sus RSU así como implementar la concientización ambiental sobre los residuos y la correcta separación de los mismos (Pérez *et al.*, 2017).

Por otra parte, en diciembre de 2017 se elaboró un plan de manejo para el Instituto Juventud del Estado de México, en donde se cursa desde nivel primaria hasta preparatoria. Se realizó un estudio de generación durante 5 días hábiles obteniendo una generación promedio de 114.73 kg/día de RS donde en porcentaje el 54% correspondió al sector educación media, 32% a primaria y 14% provenientes de los residuos de poda. También se realizó un estudio de composición de subproductos en donde se obtuvo que los residuos orgánicos fueron los que mayormente se generaron todos los niveles del instituto y los que menos se generaron fueron los residuos metálicos. De esta manera se desarrolló un plan de manejo de residuos que constó de una serie de etapas que tuvo como objetivos fomentar la correcta separación de los residuos, la creación de campañas y proyectos ambientales donde se involucraran los alumnos de sus respectivos niveles educativos (Ortiz & Tapia, 2017).

## **1.2 Justificación**

De manera general, los beneficios que trae consigo la implementación de un plan de manejo de residuos sólidos en cualquier escuela son los siguientes:

- Educación ambiental: concientización a la población estudiantil sobre la importancia de la gestión de residuos
- Cumplimiento con la legislación: las escuelas pueden dar cumplimiento a la legislación local al separar sus residuos desde la fuente y almacenarlos de manera adecuada
- Ambientales: contribuir a reducción de la cantidad de residuos que son enviados a algún sitio de disposición final, al reintegrarlos en un ciclo de producción
- Económicos: al dar un valor agregado a los residuos valorizables, las escuelas podrían obtener un ingreso de éstos



## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Proponer un plan de manejo para los residuos sólidos de una escuela de educación básica de la CDMX.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del manejo actual de los residuos a través de entrevistas con el personal de la escuela y realizando dos estudios para determinar la generación y composición de éstos
- Proponer estrategias de prevención y minimización para los residuos generados en la escuela
- Proponer un programa de educación ambiental con el fin de concientizar a los niños y niñas sobre el impacto que tienen sobre el ambiente los residuos sólidos y fomentarles acciones para poder minimizarlo

### **3 Marco teórico**

Es este capítulo se presenta una perspectiva general sobre la situación actual de los residuos en la CDMX pasando por su generación y recolección hasta su disposición final. También se mencionan los principales programas para la gestión de residuos sólidos, se aborda también la legislación vigente aplicable a los residuos sólidos y por último se da una breve explicación sobre la estructura que deben llevar los planes de manejo.

#### **3.1 Problemática asociada a los residuos en México**

En México el rápido incremento poblacional en los últimos 15 años ha causado también un aumento significativo en la generación de residuos sólidos. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se pasó de tener 97,483,412 habitantes en el 2000 a 119,938,473 habitantes en el 2015 (INEGI, 2015), lo cual representa un incremento del 23.03%. De continuar así, se estima que para el 2050 la población rondará los 161 millones de habitantes (Manuel & Guerrero, 2014). Tomando en cuenta eso y que la generación *per cápita* de residuos sólidos en México actualmente es de 1 kg/hab/día (Vázquez, 2019) para el año 2050 la generación *per cápita* se estima en 1.27 kg/hab/día. Que tal vez a simple vista no represente un incremento significativo, pero tomando en cuenta que estas diferencias son exponenciales, el aumento es considerable.

También es importante considerar que otra causa importante en el aumento de la generación de RSU es el cambio en el estilo de vida, incluyendo los ingresos económicos. Por ejemplo, son diferentes los residuos en cantidad y tipo en el norte del país que suelen imitar el consumo estadounidense, comparados con los residuos generados el sur del país donde el porcentaje de materia orgánica es el que más predomina (Vázquez, 2019).

Los principales problemas asociados a la mala gestión de los RS en México son la contaminación de los suelos y los cuerpos de agua, la proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades, la generación de biogases y la liberación de sustancias generadoras de ozono. Estos se describen en forma general en los siguientes párrafos (SEMARNAT, 2016).

##### **3.1.1 Contaminación de los suelos y los cuerpos de agua**

Principalmente la contaminación de los suelos y los cuerpos de agua está asociada a la generación de lixiviados, los cuales pueden ser de origen orgánico o no, causando graves afectaciones al ambiente como toxicidad, eutrofización y acidificación. Es por ello que siempre se debe de evitar ya sea su flujo superficial o infiltración (Allen, 2001; Torres *et al.*, 2011, citados por SEMARNAT 2016).

### **3.1.2 Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades**

Los RSU acumulados pueden servir como fuente de recursos y de refugio para diferentes grupos de organismos, los cuales pueden llegar a ser nocivos para el ser humano ya que pueden irrumpir en las zonas habitacionales y ser fuente directa de infecciones o vectores de los organismos que las provocan. Los insectos, tales como moscas, cucarachas, pulgas y mosquitos pueden ser vectores de enfermedades como diarrea, tifoidea, paludismo, giardiasis y dengue. En el caso de las ratas, estas pueden diseminar peste, tifus y leptospirosis y las aves toxoplasmosis, por lo que el tratamiento de los residuos debe considerar la reducción de este tipo de organismos (Jaramillo, 2002; Marateo, 2013; Hernández-Rejón, 2014, citados por SEMARNAT 2016).

### **3.1.3 Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero**

La descomposición anaerobia de los residuos orgánicos en sitios no controlados hace que se produzca biogás, el cual tiene un olor desagradable y puede ser peligroso por su toxicidad y potencial explosividad. En la composición del biogás hay algunos gases de efecto invernadero, con lo que contribuyen al cambio climático global. Gases como el monóxido y bióxido de carbono (CO y CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como el benceno, acetona, tricloroetileno, tolueno y estireno) (SEMARNAT, 2012).

### **3.1.4 Liberación de sustancias agotadoras de ozono**

Las sustancias agotadoras de ozono (SAO) son compuestos que perjudican la capa de ozono contribuyendo así a su destrucción; los más importantes son los clorofluorocarbonos (CFCs), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), hidrofluorocarbonos (HFCs) y los halones. Algunos de los gases utilizados en los refrigeradores, aires acondicionados, espumantes y aerosoles. Un problema ambiental frecuente sucede principalmente cuando los envases vacíos o los aparatos electrodomésticos que los contienen son descartados de manera inadecuada, es entonces cuando los SAO se liberan a la atmósfera, afectando así la capa de ozono (Molina & Rowland, 1974; UNEP, 2012, citados por SEMARNAT 2016).

## **3.2 Gestión de los residuos sólidos en la CDMX**

A continuación, se presenta un panorama general sobre el manejo actual que tienen los RS en la CDMX.

### **3.2.1 Situación actual de los residuos en la CDMX**

En la CDMX el manejo integral de los RS tiene como fundamento a la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento; la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal y su reglamento; el Programa de Gestión Integral

de los Residuos Sólidos para la CDMX 2016-2020, y también participan diversos instrumentos normativos tanto a nivel federal, como local (SEDEMA, 2020b).

La prevención y minimización de los residuos es hacia dónde va encaminada la política en la CDMX, mediante acciones, operaciones y procesos que permitan de manera efectiva, reducir su cantidad en cada una de sus respectivas etapas; desde la generación, hasta su disposición final de manera adecuada. Todo ello supervisado y vigilado continuamente por las áreas administrativas involucradas (SEDEMA, 2020b).

La prevención y minimización buscan disminuir la cantidad de RS en cada una de sus etapas: generación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición adecuada (SEDEMA, 2020b).

Para lograr todo ello es de suma importancia, fomentar en la ciudadanía una cultura enfocada en el respeto hacia el ambiente en donde la reducción y el reuso de los materiales que se consumen diariamente sean los pilares la misma. También es importante tomar en cuenta una responsabilidad compartida (principio a través del cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y manejo especial se generan a partir de la generación de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad (LGPGIR, 2018)) eficiente, en la que tanto empresas como consumidores, logren implementar planes de manejo de RS, e investigación científica y tecnológica para lograr el aprovechamiento y valorización de los residuos (SEDEMA, 2020b).

### 3.2.2 Generación de residuos sólidos en la CDMX

La generación de residuos en la CDMX pasó de 12,893 a 13,073 t/día de 2014 a 2018, lo que significa un incremento anual promedio de 45 t/día, como se puede apreciar en la Figura 3-1.

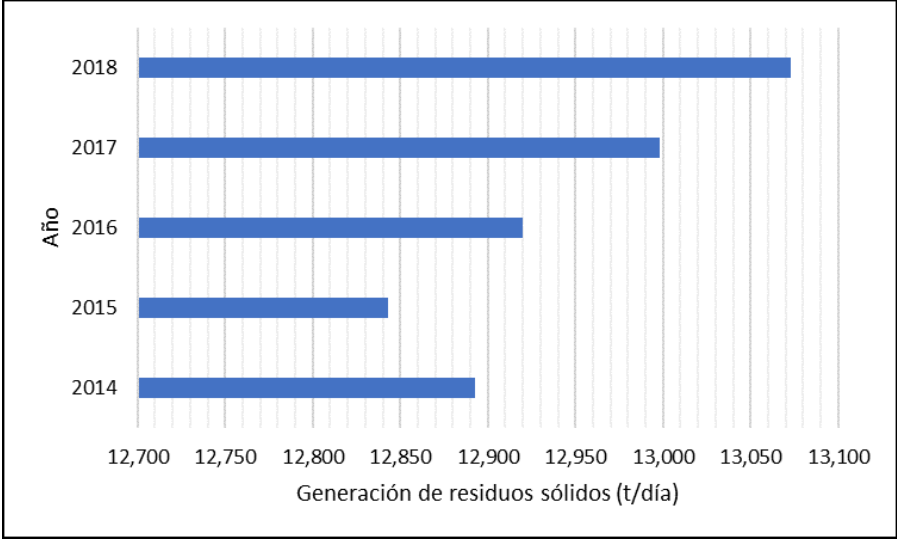


Figura 3-1. Generación de residuos sólidos del 2014 al 2018 en la CDMX (SEDEMA, 2019)

La generación *per cápita* por alcaldía en la CDMX es un dato que permite determinar los lugares que requieren una mayor intervención en materia de residuos por parte del gobierno de la CDMX, dicha generación se puede observar en la Figura 3-2.

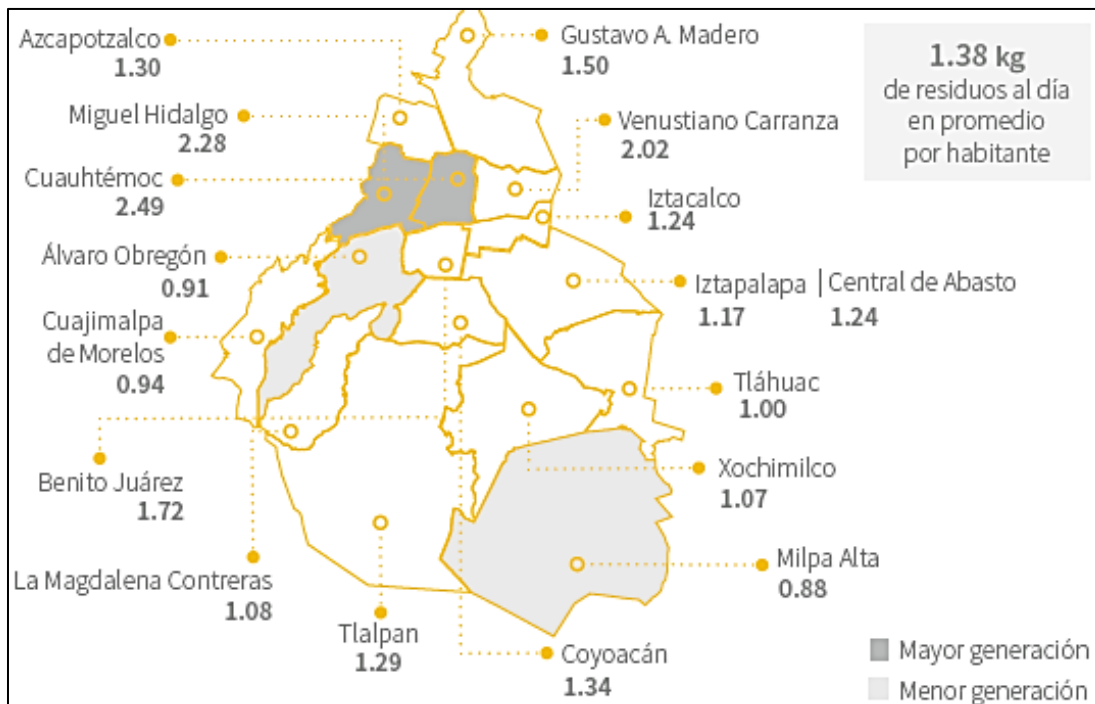


Figura 3-2. Generación *per cápita* en las alcaldías de la CDMX (SEDEMA, 2019)

Es importante a mencionar que la generación de residuos por alcaldía varía dependiendo de las características sociales, económicas y ambientales que presenta cada una. Es así, que Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Cuauhtémoc, que juntas representan únicamente el 15% del territorio de la CDMX, son alcaldías, con la mayor generación de residuos. Lo anterior, es debido a que en ellas se concentran el 40% de la población total. En contraste están las alcaldías de Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos y Magdalena Contreras, las cuales a pesar de representar cerca del 29% del territorio de la ciudad, generan únicamente 6% de los residuos de la CDMX (SEDEMA, 2019).

Otro aspecto que influye en la cantidad de residuos que se generan por alcaldía es el tipo de actividades que se realicen en ellas. Por ejemplo, a pesar de que la alcaldía Cuauhtémoc, tiene un territorio menor al de Milpa Alta, en ella se realizan diversas actividades culturales y funciones públicas por lo que la generación de residuos *per cápita* (2.49 kg/hab/día) es mayor que en Milpa Alta (0.88 kg/hab/día). En esta última, aún se realizan actividades agrícolas y también alberga grandes hectáreas del suelo de conservación (SEDEMA, 2019).

### 3.2.3 Mayores generadores de residuos en la CDMX

En la CDMX en 2018 quienes generaron la mayor cantidad de residuos fueron las casas habitación representando el 48% (6,274 t/ día) de los residuos de la capital, seguidos de los comercios, los cuales generan el 26% (3,348 t/día). En la Figura 3-3 se puede observar la generación de residuos por fuente. Destaca la central de abastos, la cual representa el 4% (585 t/día) de los residuos generados diariamente en la ciudad. Esto responde a que la central de abastos es el centro de distribución más grande e importante de productos en la ciudad (SEDEMA, 2019).

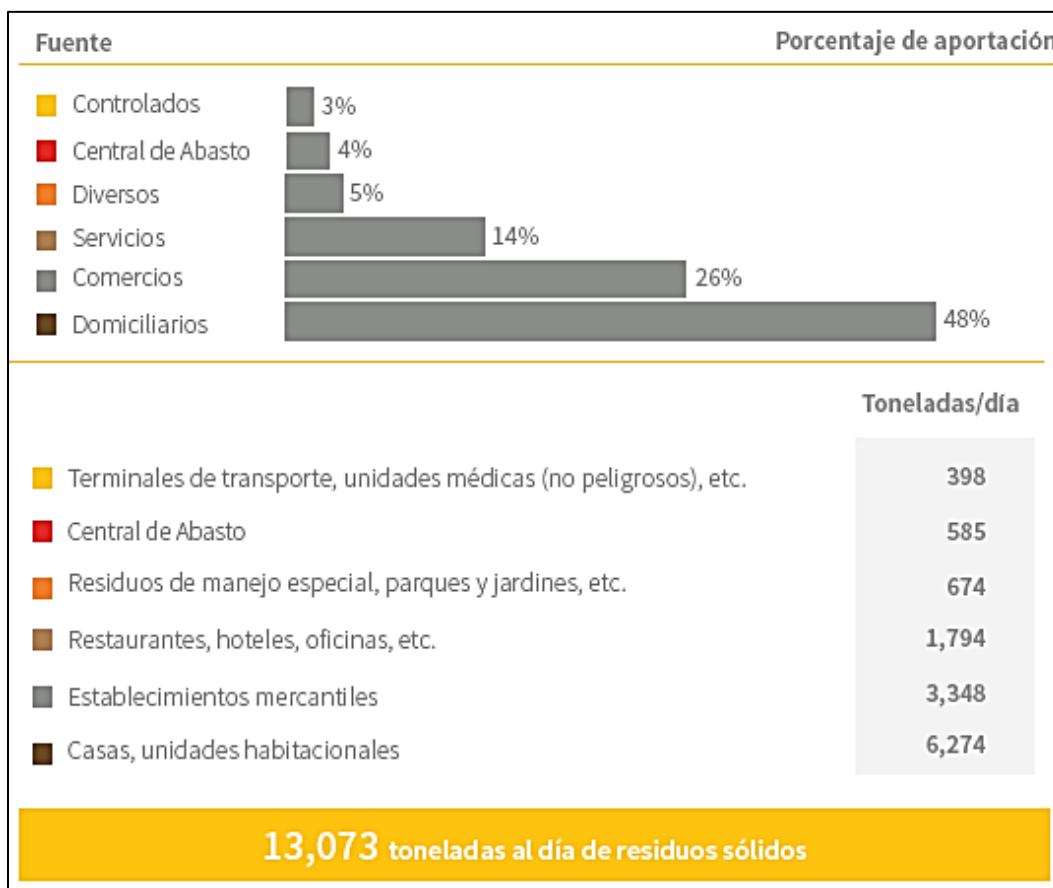


Figura 3-3. Principales generadores de residuos en la CDMX en año 2018 (SEDEMA, 2019)

### 3.2.4 Recolección de los residuos en la CDMX

Para realizar la recolección de los residuos de las fuentes generadoras a las estaciones de transferencia la CDMX cuenta con 2,652 vehículos de recolección con 1,769 rutas de recolección establecidas (Demarcaciones territoriales., 2018, citados por SEDEMA., 2019, ). En la Figura 3-4 se muestra un vehículo recolector de la CDMX en operación.



Figura 3-4. Vehículo de la CDMX recolector de RS en operación (SEDEMA, 2019)

De los 2,652 vehículos de recolección con los que cuenta la ciudad 44% son de carga trasera, 24% de doble compartimiento, 10% de volteo, 6% rectangular, 1% de carga frontal y tubular y 14% de otro tipo (SEDEMA, 2019).

Al utilizar vehículos de doble compartimiento se facilita la recolección de residuos orgánicos e inorgánicos al mismo tiempo sin la necesidad de alternar días. Por ello, los demás tipos de vehículos se han adaptado para cumplir con el mismo fin (SEDEMA, 2019).

Cabe destacar que cada alcaldía designa los días en que se recogerán los residuos sólidos orgánicos, los inorgánicos con potencial de reciclaje, los inorgánicos no reciclables y los de manejo especial y voluminosos (SEDEMA, 2017).

### 3.2.5 Estaciones de transferencia (ET)

La CDMX cuenta con 12 ET ubicadas en 11 alcaldías (Figura 3-5) que reciben diariamente los residuos de todas las alcaldías que son entregados por los vehículos recolectores y por particulares por pago de derechos. Las ET operan en un horario de 6 a 22 horas, excepto la ubicada en la central de abasto de Iztapalapa que opera 24 h. En la Figura 3-6 se muestra al personal laborando en una ET.

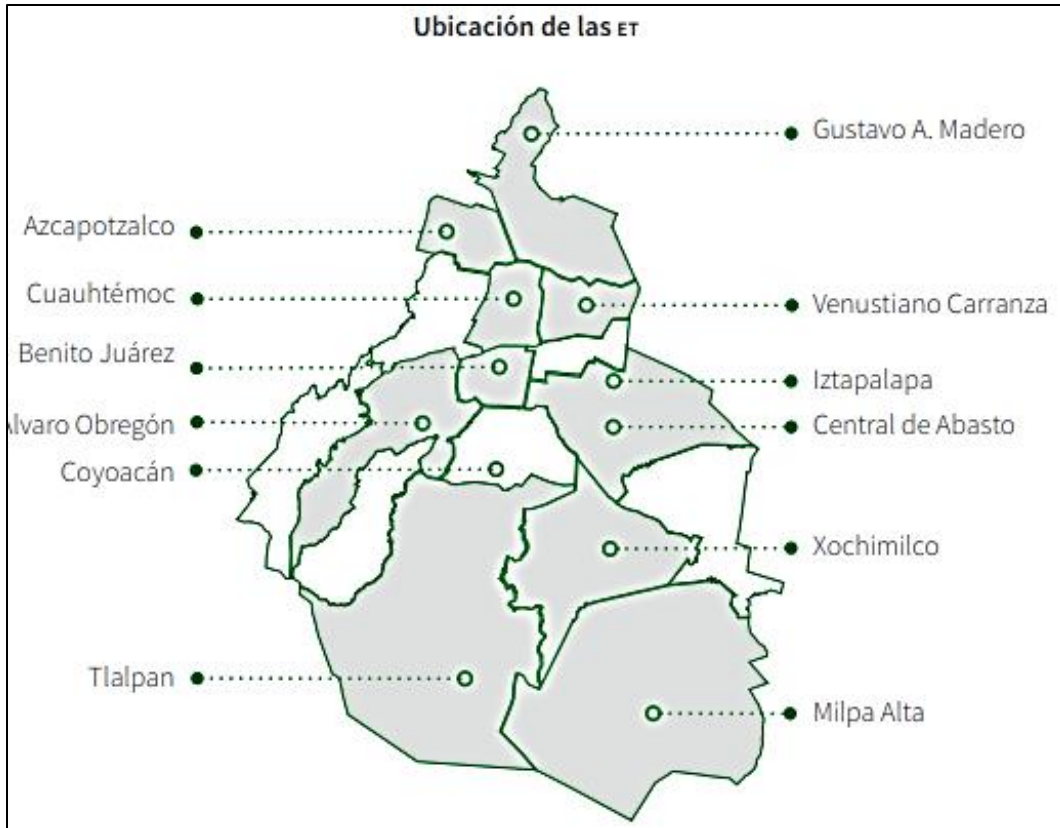


Figura 3-5. Ubicación de las 11 estaciones de transferencia de la CDMX (SEDEMA, 2019)



Figura 3-6. Personal laborando en una de las 11 estaciones de transferencia de la CDMX (SEDEMA, 2019)



Las ET cuentan con vehículos de transferencia que son en los que se transportan los residuos a tratamiento, aprovechamiento o disposición final. Existen en total 221 vehículos de transferencia con una capacidad individual de 70 m<sup>3</sup> o 30 toneladas de residuos (SEDEMA, 2019).

### 3.2.6 Disposición final de los residuos

La CDMX cuenta con cinco sitios de disposición final (SDF) para los residuos que no reciben tratamiento o que no son valorizados, cuatro ubicados en el Estado de México y uno en el estado de Morelos, éstos reciben el 98 % y 2 % de los RS enviados a disposición final, respectivamente (SEDEMA, 2019).

Los SDF en el Estado de México, donde son enviados los RS que no reciben tratamiento son el Milagro, que recibe el 42% de los residuos enviados a disposición final de la CDMX, Bicentenario (Cuautitlán) el 33%, Chicoloapan el 11% y Cañada el 12%. El SDF del estado de Morelos se llama Perseverancia (Cuautla) y recibe como ya se mencionó el 2% (SEDEMA, 2019). En la Figura 3-7 se puede observar el origen de los RS en toneladas por día.



Figura 3-7. Origen de los residuos en t/día que ingresan a disposición final (Secretaría de Obras y Servicios, 2018, citados por la SEDEMA 2019)

Las ET de Iztapalapa, Central de Abasto, Azcapotzalco y Venustiano Carranza envían más del 50% de los RS que reciben a disposición final.

De acuerdo con la Secretaría de Obras y Servicios en el 2018 se llevaron a cabo aproximadamente 206 viajes de vehículos de transferencia hacia los SDF en donde Iztapalapa, Azcapotzalco, Álvaro Obregón y Central de Abastos fueron las estaciones que realizaron la mayor cantidad de viajes. En la Figura 3-8 se muestran las ET de las que provinieron los 206 viajes de los vehículos de transferencia hacia los cinco SDF (SEDEMA, 2019).



Figura 3-8. Viajes provenientes de las 12 ET de la CDMX hacia los cinco SDF (SEDEMA, 2019)

### 3.2.7 Tiraderos clandestinos

En el 2018 se detectaron en la CDMX 2,151 tiraderos clandestinos de RSU, en la alcaldía de Iztapalapa fue en donde se encontraron más mientras que en Cuajimalpa de Morelos sólo se encontraron 4. Comparada con la cifra de 2017, ésta aumentó en 22 unidades (SEDEMA, 2019), lo cual es preocupante, porque a pesar de que es responsabilidad de cada alcaldía gestionar sus residuos, la participación de la gente es importante en cuanto al correcto manejo de sus residuos.

Una de las principales causas por las que existen los tiraderos clandestinos está relacionada con la falta de cultura en la población que habita de manera permanente la ciudad y aquella que solo va de paso (SEDEMA, 2020b).

En la Tabla 3-1 se muestra el número de tiraderos clandestinos en la CDMX por alcaldía para el 2018.

Tabla 3-1 Número de tiraderos clandestinos por alcaldía, identificados por la SEDEMA en el 2018 (SEDEMA, 2019)

Alcaldía	Número de tiraderos
Iztapalapa	331
Cuauhtémoc	224

Tabla 3-1 Número de tiraderos clandestinos por alcaldía, identificados por la SEDEMA en el 2018 (SEDEMA, 2019) (continuación)

Alcaldía	Número de tiraderos
Venustiano Carranza	109
Benito Juárez	102
Tlalpan	99
Gustavo A. Madero	86
Álvaro Obregón	83
Miguel Hidalgo	70
Azcapotzalco	47
Iztacalco	46
Coyoacán	18
Milpa Alta	13
Magdalena Contreras	9
Tláhuac	5
Xochimilco	5
Cuajimalpa de Morelos	4

### 3.3 Legislación en materia de residuos

La legislación mexicana, en materia ambiental se rige por los tres órdenes de gobierno que son; federal, estatal y municipal y a su vez está integrada por los diferentes instrumentos legales como lo son las leyes, reglamentos y normas los cuales se muestran en la Figura 3-9.



Figura 3-9. Nivel jerárquico de los principales ordenamientos que conforman el sistema jurídico mexicano. Fuente: elaboración propia

Estos ordenamientos, se relacionan entre sí de acuerdo con el principio de jerarquía. En la cima se encuentra la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, seguida de los tratados y convenios internacionales, en el escalón inferior se encuentran las leyes nacionales, seguido de sus respectivos reglamentos y, por último, la base de la pirámide se compone de normas que pueden ser Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que son de carácter obligatorio, Normas Mexicanas (NMX) que son voluntarias y, por último, otras disposiciones.

En materia de residuos sólidos urbanos, el marco legal vigente involucra instrumentos que buscan el bien común a través de la disminución de efectos negativos que ocasionan un manejo incorrecto de éstos. Este marco está integrado por:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)
5. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX)

### 3.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Es la encargada de regir jurídicamente al país. Establece los límites y define las relaciones entre los poderes, los órdenes de gobierno y los ciudadanos. En materia ambiental y salud pública fundamenta el derecho que todo habitante debe tener de gozar de un ambiente sano y la necesidad de preservar los recursos naturales y restaurar el equilibrio ecológico.

En cuanto a residuos, establece las funciones que corresponden a los municipios, entre las que se encuentran la responsabilidad de prestar el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020).

### 3.3.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

En México, la LGEEPA es la ley encargada de regular los aspectos ambientales. Ya que funciona como un elemento fundamental que establece las bases para el desarrollo sustentable del país. Su principal objetivo es garantizar el derecho de las personas a un ambiente adecuado para su bienestar y desarrollo (LGEEPA, 2018). En la Tabla 3-2 se muestran los artículos más importantes en materia de residuos en los ordenamientos ya mencionados.

Tabla 3-2 Marco legal aplicable a residuos por su ordenamiento (CPEM & LGEEPA, 2020)

Ordenamiento	Descripción
<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Art 4. Derecho que toda persona tiene a proteger su salud</li><li>• Art 25. Explotación de recursos productivos, asegurando el cuidado del medio ambiente</li><li>• Art 27. Conservación de los recursos naturales, equilibrio ecológico</li><li>• Art 115. Responsabilidad de los municipios sobre RSU</li></ul>
<b>LGEEPA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Art. 8. Facultades de los municipios en materia de residuos sólidos e industriales</li><li>• Art. 137. Autorización de los Municipios conforme a leyes locales y a las NOM aplicables, para el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos</li></ul>

### 3.3.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento

Se publicó en 2003, y se encarga de atender los temas relacionados con los residuos. Partiendo de ella se elaboran las políticas, leyes, reglamentos, programas u otros instrumentos para cada entidad. El principal objetivo de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de generación, la valorización y la gestión integral de los RP, RSU y de los RME; así como prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su enmienda (LGPGIR, 2018).

De igual manera, establece las atribuciones correspondientes a los diferentes niveles de gobierno en cuanto a la disposición y tratamiento por tipo de residuo. Conforme con el Artículo 10, los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de RSU, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final; las más importantes se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Funciones de los municipios en materia de RSU (SEMARNAT, 2020)

<b>Manejo integral de RSU</b>
Programas municipales para los RSU
Ordenamientos jurídicos administrativos sobre RSU
Prestar o concesionar el servicio público de manejo integral de RSU
Registro de grandes generadores de RSU
Control y vigilancia del manejo integral de los RSU
Promover investigación, desarrollo tecnología y educación en materia de RSU

### 3.3.4 Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la CDMX

Es el instrumento legal el cual contiene aspectos relacionados con el manejo de los residuos cuyo objetivo es conducir y evaluar la política ambiental que aplica en la CDMX, así como los instrumentos y procedimientos para su protección, vigilancia y aplicación con el fin de restaurar y conservar el equilibrio ecológico y la prevención de daños al ambiente.

Establece también, las facultades de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) en materia de residuos sólidos, por ejemplo, la emisión de normas ambientales con

el objetivo de establecer los requisitos, condiciones o límites permisibles en la operación, recolección, almacenamiento, reciclaje o disposición final de los RS (Mancera *et al.*, 2016).

### **3.3.5 Ley de Residuos Sólidos de la CDMX**

Es el ordenamiento del gobierno de la CDMX que se encarga de regular la gestión integral de los RS que se consideran como no peligrosos, incluyendo la prestación del servicio público de limpia de competencia local y también se encarga de determinar los principios básicos, definiciones y lineamientos que se deberán de seguir para el cumplimiento de su fin.

También se encarga de determinar y distribuir entre las autoridades locales las competencias que a cada una de ellas le compete; pugna a la creación de una comisión para la gestión integral de los RS de la CDMX (Mancera *et al.*, 2016).

El 1° de enero del 2020 entraron en vigor reformas a la Ley de Residuos Sólidos que prohíben la distribución, comercialización, y entrega de bolsas de plástico desechables. Su principal objetivo es lograr un consumo responsable en donde los ciudadanos sean cada vez más conscientes y logren dejar de usar plásticos para no seguir generando contaminación (SEDEMA, 2020b).

### **3.3.6 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas**

Las normas son instrumentos de regulación ambiental que sirven como complemento, en lo ya estipulado en leyes y reglamentos, según sea el caso. Las NOM son regulaciones técnicas de carácter obligatorio, expedidas por las instancias competentes, cuyo objetivo es establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan representar un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas correspondientes a terminología y las que hacen referencia a su cumplimiento y aplicación. Las NOM se clasifican de acuerdo con su objeto de estudio en: agua, ruido, emisiones atmosféricas, impacto ambiental, residuos y suelos (Secretaría de Salud, 2015).

Las NMX son regulaciones que otorgan reglas, atributos, métodos o especificaciones aplicables a una actividad, instalación o servicio; a diferencia de las NOM, éstas son de aplicación voluntaria (Secretaría de Economía, 2016). En las Tablas 3-4 y 3-5 se especifican las normas en materia de residuos sólidos urbanos.

Tabla 3-4. Normas Oficiales Mexicanas en materia de RSU (Fuente: elaboración propia con datos del DOF)

<b>Norma Oficial Mexicana</b>		
<b>Normas</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Campo de aplicación</b>
<b>NOM-083-SEMARNAT-2003 (DOF, 2004)</b>	Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo de un sitio de disposición final de RSU y RME	Observancia obligatoria para las entidades públicas y privadas responsables de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial
<b>NOM -161-SEMARNAT-2011 (SEMARNAT, 2011)</b>	Establece los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar la inclusión de otros RME; los criterios para determinar los que estarán sujetos a Plan de Manejo y el listado de estos	Observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:  Los grandes generadores de RME  Los grandes generadores de RSU, los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en RME sujetos a un Plan de Manejo

Tabla 3-5. NMX en materia de RSU (SEMARNAT, 2017)

<b>Norma Mexicana</b>	
<b>Norma</b>	<b>Objetivo</b>
<b>NMX-015-AA-1985</b>	Establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención para los análisis en el laboratorio



Tabla 3-5. NMX en materia de RSU (SEMARNAT, 2017) (continuación)

Norma Mexicana	
Norma	Objetivo
NMX-019-AA-1985	Establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales
NMX-022-AA-1985	Establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los Residuos Sólidos Municipales
NMX-061-AA-1985	Especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales por muestreo
NMX-AA-21-1985	Establece el método para la determinación de materia orgánica en los residuos sólidos municipales

### 3.4 Educación ambiental en la CDMX

La CDMX a través de la SEDEMA implementa el programa “Cultura Ambiental”, el cual entre los temas que trata, se encuentra, el de la implementación de la educación ambiental, la cual, va enfocada a toda la ciudadanía.

El programa “Cultura ambiental” fomenta también, la concientización del uso excesivo de los plásticos en la CDMX mediante el programa de “Basura Cero” con el cual se busca reducir el consumo excesivo de materiales de un solo uso, de entre ellos, principalmente el plástico (SEDEMA, 2019).

Por su parte en el 2019 el Congreso de la CDMX aprobó reformas a la Ley de Educación de la CDMX, para que las autoridades educativas de la ciudad incluyan en los planes y programas de estudio de las escuelas públicas de niveles inicial, preescolar, básica, medio superior y normal de la capital, una materia obligatoria de educación ambiental.

La nueva reforma debe contener los fundamentos de la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y prevención del cambio climático, fomentar la protección al ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales incluyendo las medidas para su conservación para así mejorar la calidad de vida de los capitalinos (Capital México, 2019).

El dictamen aprobado responde a la relevancia que tiene la educación ambiental en México ya que según datos del INEGI “*La degradación y el agotamiento ambiental en México genera costos equivalentes al 4.6% del Producto Interno Bruto*” (INEGI, 2018).

### **3.5 Programas en materia de residuos sólidos en la CDMX**

A continuación, se presentan los programas implementados en la CDMX en materia de residuos.

#### **3.5.1 Programa General de Desarrollo del Distrito Federal**

Este programa indica que para el manejo de los residuos se requiere consolidar una gestión integral considerando una visión de tipo megalopolitana, que refuerce un sistema de bajo impacto ecológico, que a su vez analice colectiva y gradualmente los avances tecnológicos, así como las experiencias internacionales que sean económicamente factibles, visibles y socialmente aceptables (Mancera *et al.*, 2016).

Para poder alcanzar lo ya mencionado el programa propone, objetivos, metas y líneas de acción, destacando también la necesidad de lograr una mayor educación y cultura ambiental de los Ciudadanos, el fortalecimiento de las condiciones para la correcta prestación del servicio público de limpia, su infraestructura, equipamiento y mobiliario (Mancera *et al.*, 2016).

#### **3.5.2 Programa de acción climática de la CDMX (PACCM) 2014-2018**

Es un instrumento de política ambiental local, que se encarga de integrar, coordinar e impulsar, las acciones para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático; cuenta también con una serie de metas en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. Otro de sus alcances es incursionar en temas de residuos sólidos.

Su objetivo principal, es generar una mejor calidad de vida e incrementar el desarrollo sustentable reduciendo la cantidad de carbono generado en la CDMX, en cuanto a materia de residuos sólidos, es reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, que son ocasionados por el tratamiento y eliminación de los residuos sólidos en la CDMX, proponiendo que se les dé procesamiento de residuos orgánicos, residuos inorgánicos y la posible valorización energética, así como la transformación, estimando una mitigación de 2.4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> acumuladas para el presente año (Mancera *et al.*, 2016).

#### **3.5.3 Programa Sectorial Ambiental y de sustentabilidad 2013-2018**

Se encarga de manejar aspectos de gestión integral de residuos, cuenta con objetivos, metas y políticas públicas, para poder lograr: (Mancera *et al.*, 2016).

- a) Generar una mayor educación ambiental en cuanto a minimización, separación y aprovechamiento de residuos
- b) Reforzar las condiciones para mejorar la prestación del servicio público de limpia, su infraestructura y mobiliario
- c) Avanzar en la instrumentación y operación de nuevas tecnologías alternativas, orientadas hacia el manejo, valorización y explotación de los residuos que fungen como fuente de generación de materiales complementarios, así como el correcto uso de energías alternativas

#### **3.5.4 Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para la CDMX 2016-2020 (PGIRS)**

Es un instrumento que aporta las estrategias, pasos a seguir y principios para el adecuado manejo de los RS en la CDMX mediante metas, objetivos, así como acciones y responsabilidades definidas (SEDEMA, 2020b).

Su objetivo es lograr que en la CDMX se implemente un manejo adecuado de los residuos sólidos que en ella se generan, mediante líneas estratégicas, acciones aplicables y medibles en los que se involucren los diferentes sectores de la sociedad, desde los habitantes hasta las empresas y dependencias que se encargan de la prestación del servicio de limpia, haciendo hincapié en la comunicación, capacitación, minimización, separación, aprovechamiento y valorización para con ello consolidar la gestión integral de los residuos sólidos en la CDMX (Mancera *et al.*, 2016).

El PGIRS 2016-2020 retoma los programas ambientales implementados anteriormente en el gobierno de la CDMX como por ejemplo el programa “basura cero” el cual promueve el aprovechamiento y valorización de los RS para disminuir la cantidad enviada a rellenos sanitarios. Pero a diferencia de este, el PGIRS 2016-2020 es el primero en incluir indicadores medibles y cuantificables a través de los cuales se puede conocer el nivel de cumplimiento de las metas considerando su periodicidad (Mancera *et al.*, 2020).

##### **3.5.1 Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX (IRS CDMX)**

El Gobierno de la CDMX, con el objetivo de establecer un sistema de gestión de residuos sólidos que realmente sea eficiente para la CDMX, lleva a cabo de acuerdo con la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, realiza desde 2006 el inventario de residuos sólidos que busca apoyar el desarrollo y la infraestructura para un oportuno tratamiento y aprovechamiento de los residuos (SEDEMA, 2019).

### 3.5.2 Basura Cero

Programa que surgió en 2016 a la fecha cuyo objetivo ha sido generar un plan de acción en la CDMX para que se reduzcan los residuos que llegan a disposición final y maximizar aquellos que son susceptibles de valorización. Para ello se apoya de herramientas como la economía circular, la reducción del volumen de los residuos, mediante la regulación y reducción de productos de un solo uso; también implementa tanto la responsabilidad compartida, como la responsabilidad extendida (SEDEMA, 2020b).

### 3.5.3 Mercado de Trueque

Es un programa de educación ambiental que se enfoca en el intercambio de residuos inorgánicos por productos agrícolas locales (SEDEMA, 2020a).

### 3.5.4 Recicladrón

Es un programa el cual busca promover entre la ciudadanía el correcto manejo, separación y reciclaje de residuos electrónicos y eléctricos (SEDEMA, n.d.-b) En la Figura 3-10 se puede ver el calendario del Recicladrón dirigido por la SEDEMA para el 2020.

**RECICLADRÓN**  
JORNADA DE ACOPIO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS Y ELÉCTRICOS

**Calendario 2020**

<b>ENE / 24-25</b> UAM Azcapotzalco	<b>FEB / 28-29</b> Zoológico Los Coyotes	<b>MAR / 27-28</b> <b>EVENTO CANCELADO</b> POR CONTRIBUCIÓN SANITARIA COVID-19
<b>ABR / 24-25</b> E.S.I.M.E. Culhuacan	<b>MAY / 28-29</b> UAM Iztapalapa	<b>JUN / 26-27</b> Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
<b>JUL / 24-25</b> Bosque de San Juan de Aragón	<b>AGO / 28-29</b> IPN-UPIICSA	<b>SEP / 10-11</b> UACM Tezonco <b>SEP / 24-25</b> IPN Zacatenco
<b>OCT / 29-30</b> UNAM TU Tienda UNAM	<b>NOV / 12-13</b> Universidad Iberoamericana <b>NOV / 27-28</b> Explanada alcaldía GAM	<b>HORARIO</b> 8 a 16 horas

**EVENTO GRATUITO**

[data.sedema.cdmx.gob.mx/recicladron](http://data.sedema.cdmx.gob.mx/recicladron) @SEDEMA\_CDMX /SecretariadelMedioAmbiente

Figura 3-10 Calendario del Recicladrón implementado por la SEDEMA para el 2020 (SEDEMA, 2020)

### 3.5.5 Ponte Pilas con tu Ciudad

Es un programa que brinda una alternativa ambiental adecuada para el reciclaje y manejo de las pilas usadas, ya que, por los componentes que las integran no pueden mezclarse con lo RSU, porque esto causaría un grave problema de contaminación. Se reciben pilas de tipo: AA, AAA, C, D, CR, cuadradas, de botón y de celular a cualquiera de los 400 puntos de acopio disponibles en las vialidades de la ciudad para poder disponer de una manera segura estos residuos. Los centros de acopio se encuentran en todas las alcaldías de la CDMX a excepción de Milpa Alta, La Magdalena Contreras y Tláhuac (SEDEMA, n.f.-a). En la Figura 3-11 se muestran las toneladas de pilas recicladas por año.

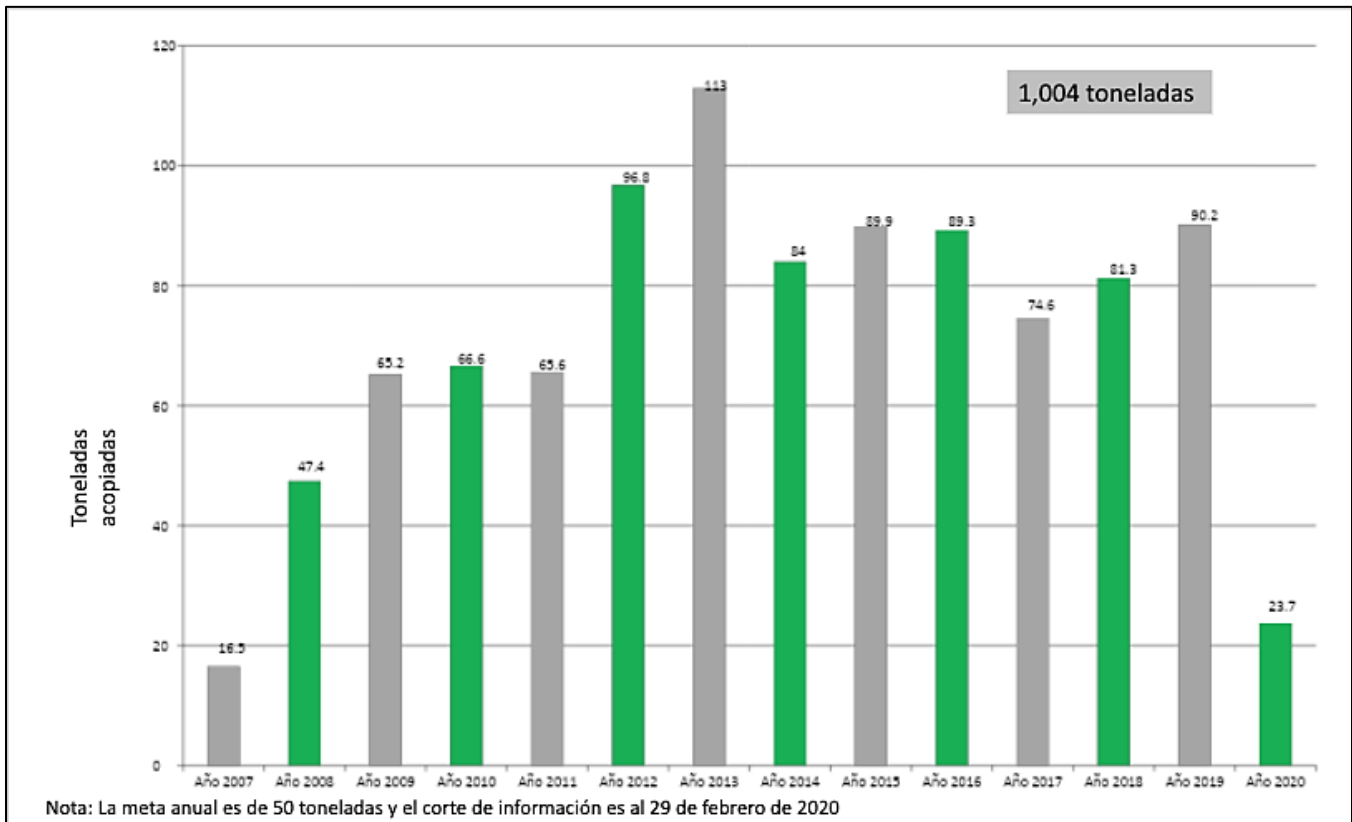


Figura 3-11. Toneladas anuales acopiadas de pilas del programa “Ponte las pilas con tu ciudad” de la SEDEMA (SEDEMA, n.f.-a)

### 3.6 Planes de manejo

Un plan de manejo es un Instrumento que tiene como objetivo minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, tomando en cuenta aspectos como; eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo

integral, que toma en cuenta el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (LGPGIR, 2018).

Los objetivos de un plan de manejo son (LGPGIR, 2018):

- a) Promover la prevención de la generación y valorización de los residuos, así como su manejo integral, mediante medidas que ayuden a reducir los costos de su administración, puedan facilitar y hagan más efectivos, desde el enfoque ambiental, económico, tecnológico y social; los procedimientos adecuados para su manejo
- b) Establecer las formas de manejo que puedan dar respuesta a las particularidades de los residuos, así como de los materiales que los conforman
- c) Poder atender de manera oportuna las necesidades específicas de algunos generadores que presentan características específicas
- d) Implementar sistemas de manejo en los que se aplique el principio de responsabilidad compartida de cada uno de los sectores involucrados
- e) Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías para lograr una correcta gestión de los residuos y que sobre todo sea económicamente factible

Los elementos para la formulación de planes de manejo de acuerdo con el DOF 2013 son:

- a) Información general
- b) Nombre, denominación o razón social del solicitante
- c) Nombre del representante legal
- d) Domicilio para escuchar y recibir las notificaciones
- e) Modalidad en que se implementará el plan de manejo, así como su ámbito de aplicación territorial
- f) Definir los residuos objeto del plan
- g) Diagnóstico del residuo
- h) Cantidad generada o estimada del residuo, así como la identificación de las fuentes potenciales de generación
- i) Principales materiales que componen el residuo
- j) Manejo actual del residuo
- k) Problemática ambiental causada por el manejo actual de los residuos
- l) Identificar el uso o posible aprovechamiento de los residuos en otras actividades productivas
- m) Formas de manejo integral propuestas para el residuo
- n) Las metas y alcances del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la implementación del plan de manejo
- o) Descripción del destino final del residuo (nacional o internacional)

- p) Mecanismos de operación, control y monitoreo para poder darle seguimiento al plan, incluyendo los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo

A continuación, se presentan las diferentes modalidades de los planes de manejo de residuos sólidos de acuerdo con una serie de criterios (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

Considerando a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

- a) Privados: son los instrumentados por los particulares que conforme a la LGPGIR se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos
- b) Mixtos: son los que implementan los señalados en el inciso anterior incluyendo la participación de las autoridades competentes en el tema de residuos

Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos que están obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

- a) Individuales: en ellos sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, algunos o todos los residuos que genere
- b) Colectivos, aquellos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y que puede ya sea elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados

Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

- a) Nacionales: los que sean aplicados en todo el territorio nacional
- b) Regionales: cuando sean aplicables en el territorio de dos o más estados o de la CDMX, o de dos o más municipios en un mismo estado o de distintos estados
- c) Locales: cuando su aplicación sea solamente en un estado, municipio o la CDMX

## 4 Metodología

En la Figura 4-1 se presenta el diagrama de flujo de la metodología que se siguió para el desarrollo del presente plan de manejo.

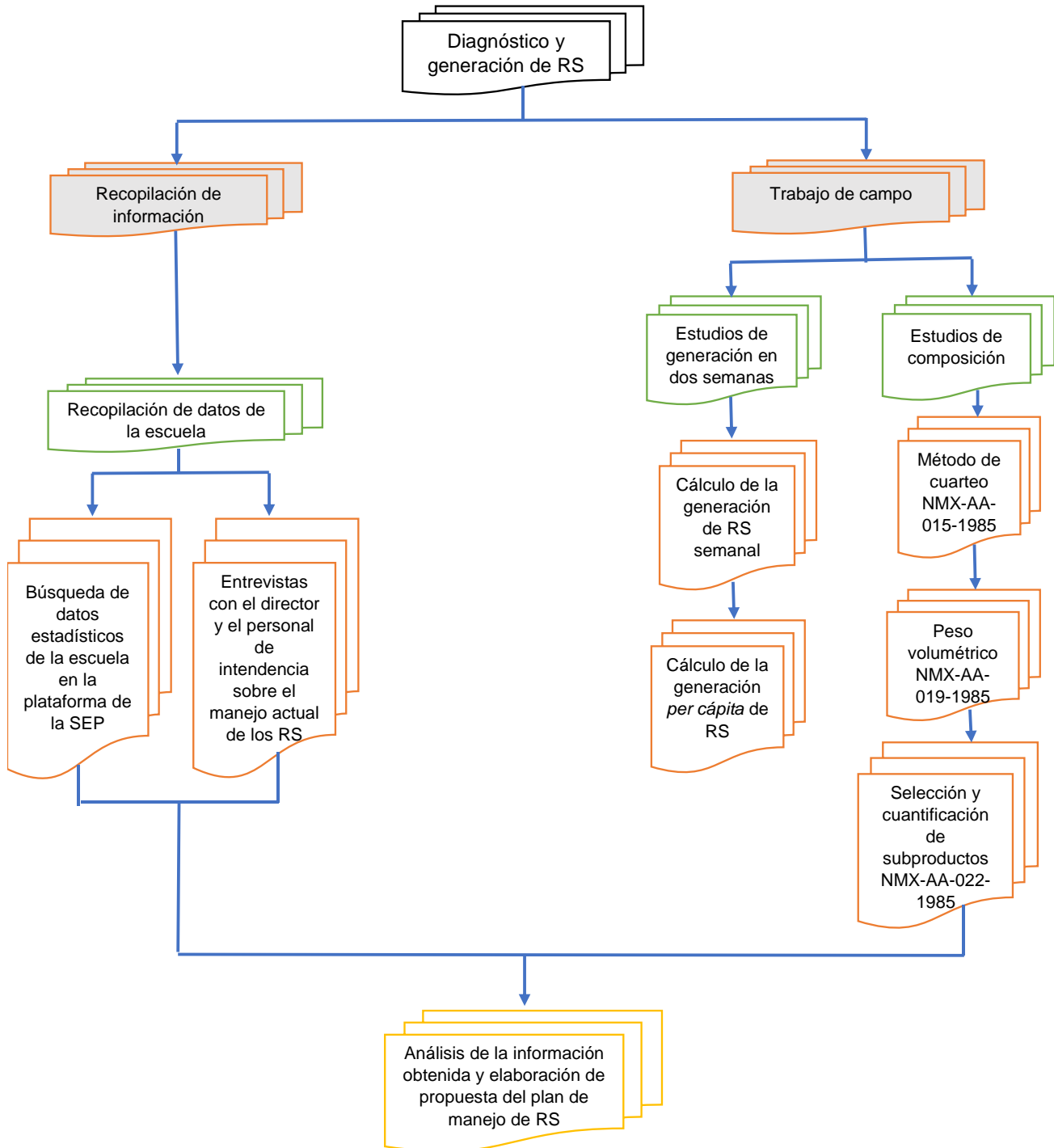


Figura 4-1 Diagrama de flujo para la elaboración de la propuesta del plan de manejo de residuos en una escuela primaria en la CDMX



## 4.1 Recopilación de información en la escuela

Se entrevistó al director del plantel, el Lic. Guadalupe Elizarrarás, con el fin de obtener información acerca del manejo actual de los residuos, la matrícula de alumnos y alumnas, personal docente, de intendencia y administrativo. Posteriormente también se entrevistó a la jefa de intendencia sobre el manejo actual que tienen los RS en el plantel (tipos de contenedores para el acopio, días que pasa el servicio de recolección, horario del servicio de recolección; si el servicio es público o privado).

## 4.2 Trabajo de campo

A continuación, se presenta el trabajo de campo llevado a cabo en dos semanas en la escuela primaria.

### 4.2.1 Estudios de generación

Se realizaron dos estudios de generación en diferentes semanas. Cada estudio tuvo una duración de 5 días hábiles (de lunes a viernes). Los estudios de generación se llevaron a cabo del 25 al 29 de noviembre (1er estudio) y del 2 al 6 de diciembre (2do estudio), ambos en 2019. Estas fechas se seleccionaron, ya que la escuela primaria mantuvo clases regulares.

En cada estudio se pesaron diariamente los residuos sólidos que la escuela generó, para este fin se utilizó una balanza digital marca NOVAL, modelo NEP150TN, con capacidad de 150 kg  $\pm$  20 g. Con la información recopilada se calculó la generación semanal, generación semanal promedio y *per cápita* diaria y semanal con las siguientes ecuaciones:

- Generación RS semanal:

$$RS = \text{suma de las masas diarias de los RS (kg/semanal)}$$

- Generación de RS promedio (kg/día):

$$RS \text{ promedio} = \frac{\text{suma de las masas diarias (kg)}}{\text{Número de días}}$$

- Generación *per cápita* diaria (kg/persona/día):

$$GPD = \frac{RS \text{ generados en un día (kg)}}{\text{Número de la población total en la escuela}}$$

- Generación *per cápita* semanal (kg/persona/semana):

$$GPS = \text{Suma de la GPD para una semana}$$

#### 4.2.2 Estudios de composición

Los estudios de composición se llevaron a cabo con los residuos generados el miércoles 27 de noviembre y el viernes 6 de diciembre de 2019. En ambos casos no se requirió utilizar el método de cuarteo ya que los residuos generados por día no superaron 50 kg. Con los residuos generados esos días se realizaron los estudios de determinación de peso volumétrico (NMX-AA-019-1985) y de selección y cuantificación de subproductos (NMX-AA-022-1985).

#### 4.2.3 Peso volumétrico

Se utilizó un tambo de plástico de 200 L sin abolladuras, al que se le tomaron medidas para calcular su volumen, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V = \pi(r^2)(h)$$

Donde:

$V$ = volumen, en [m<sup>3</sup>]

$r$ = radio, en [m]

$h$ = altura, en [m]

La determinación del peso volumétrico se realizó de acuerdo con la norma mexicana NMX-AA-019-1985, se pesó el tambo de plástico vacío (el cual se utilizó como tara). Después, se procedió a llenar el tambo al tope con residuos. Más tarde se procedió a dejar caer el tambo al suelo 3 veces desde una altura de 10 cm y se calculó el volumen efectivo. Posteriormente se pesó de nuevo el tambo obteniendo así, el peso real de los residuos.

Este procedimiento se repitió 3 veces para así, obtener el promedio del peso volumétrico. A continuación, se presenta la fórmula que se utilizó para su cálculo:

$$P_v = \frac{P}{V}$$

Donde:

$P_v$ = peso volumétrico del residuo sólido, en [kg/m<sup>3</sup>]

$P$ = peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en [kg]

$V$ = volumen que ocupan los residuos en el recipiente [m<sup>3</sup>]

#### 4.2.4 Selección y cuantificación de subproductos

Este método se aplicó de acuerdo con la norma mexicana NMX-AA-022-1985. Se procedió a separar los residuos sólidos por subproducto (cartón; bolsas de plástico; bolsas metalizadas; PET; papel blanco; materia orgánica; periódico; latas de aluminio; *clamshells*; Tetrapak®; platos, vasos y cubiertos desechables; vidrio; unicel; productos sanitarios; envolturas de alimentos; envolturas de dulces; papel crepé; polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés); polipropileno (PP); metal; popotes; textiles; papel bond; residuos de papelería (lápices, sacapuntas, plumas); residuos de jardinería (hojas); otros plásticos; y madera. Finalmente, se calculó el porcentaje de subproductos como lo establece la siguiente ecuación:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

Donde:

$PS$  = porcentaje del subproducto considerado

$G_1$  = peso del subproducto considerado en [kg] descontando el peso de la bolsa utilizada

$G$  = peso total de la muestra [kg]

#### 4.2.5 Propuesta de plan de manejo de RS

Una vez recopilada toda la información, ésta fue analizada para posteriormente proponer estrategias de prevención, aprovechamiento y minimización para los RS de la escuela de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011. A continuación, se presenta en forma de lista el contenido del plan de manejo.

##### a) Elementos generales

###### a.1. Información general

- a.1.1. Nombre, denominación o razón social del solicitante
- a.1.2. Domicilio para oír y recibir notificaciones
- a.1.3. Modalidad del plan de manejo y su ámbito de aplicación territorial
- a.1.4. Residuos(s) objeto del plan

##### b) Diagnóstico de los residuos

###### b.1. Cantidad generada o estimada del residuo e identificación de sus fuentes potenciales de generación

- b.1.1. Principales materiales que componen los residuos
- b.1.2. Manejo actual de los residuos
- b.1.3. Problemática ambiental, asociada al manejo actual del residuo
- b.1.4. Identificación del uso o aprovechamiento potencial de los residuos en otras actividades productivas

- c)** Formas de manejo integral propuestas para el residuo
- d)** Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo
- e)** Descripción del destino final del residuo
- f)** Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo
- g)** Participantes del plan y su actividad
- h)** Mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general
- i)** Descripción de la infraestructura interna y externa involucrada
- j)** Inversión y beneficios económicos

## 5 Resultados y discusión

### 5.1 Recopilación de información en la escuela

La institución lleva por nombre Escuela Primaria “Georges Cuisenaire” y está ubicada en la alcaldía de Azcapotzalco en la CDMX, en la Figura 5-1 se muestra una fotografía área de la zona. Además, en la Figura 5-2 se puede observar que la escuela cuenta con 13 salones, distribuidos en 3 niveles, 3 baños, el patio escolar y dos oficinas de dirección.



Figura 5-1. Ubicación en el mapa de la primaria, (Google Earth, 2020)

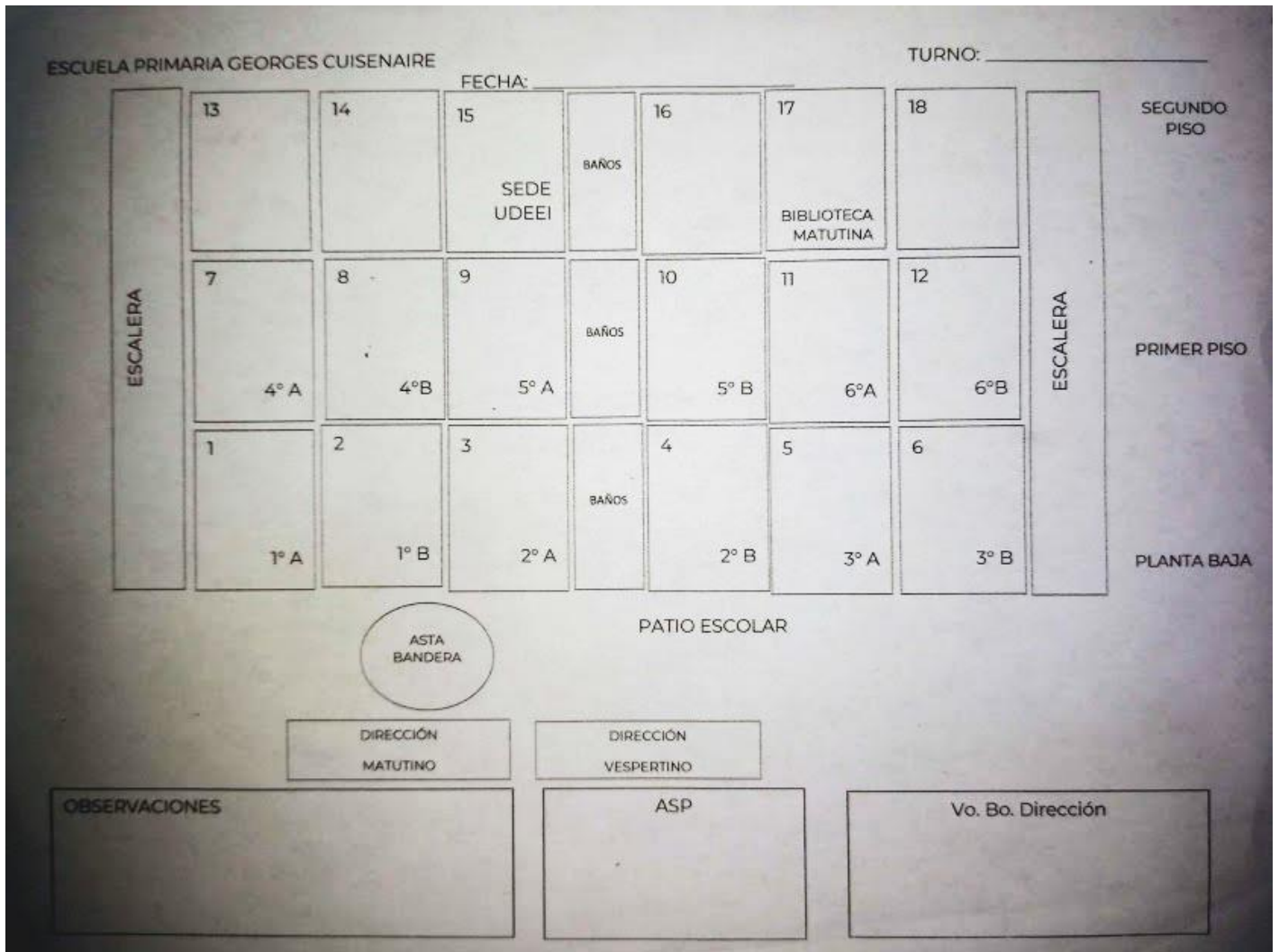


Figura 5-2. Plano estructural de la escuela primaria Georges Cuisenaire (fotocopia otorgada por la dirección del plantel)

Con la entrevistas realizadas al director ([Anexo A](#)) y al personal de intendencia ([Anexo B](#)) de la primaria, se obtuvo la siguiente información sobre la población total de personas en la escuela (Tabla 5-1), y sobre el manejo actual de los residuos.

Tabla 5-1. Población total de persona en la escuela primaria (elaboración propia)

Estudiantes	Personal docente	Personal de administrativo	Personal de intendencia	Total
299	19	3	5	326

La escuela no cuenta con un programa de manejo integral de residuos, actualmente los residuos se depositan sin segregar por los generadores en contenedores de plástico.

Como se muestra en la Figura 5-3 los botes para los RS son de tres tipos, azules con capacidad de 200 L ubicados en el patio de la escuela, blancos ubicados en los baños y negros ubicados en las oficinas, áreas administrativas y salones.



Figura 5-3. Fotografías de los botes de RS en la escuela primaria

La recolección de los residuos en el turno matutino la hace el personal de intendencia, ésta se realiza diariamente a las 11:00 y termina a las 11:30.

En la Figura 5-4 se muestra el sitio de almacenamiento temporal de la escuela, el cual como puede observarse, se encuentra en el estacionamiento. Este sitio no cuenta con techo, ni está delimitado por una cerca perimetral.



Figura 5-4. Sitio de almacenamiento temporal de los RS ubicado en el estacionamiento de la escuela

La recolección por parte del camión delegacional se realiza de manera gratuita los lunes y viernes de cada semana por la mañana, aproximadamente a las 9:00 a.m.

Es importante mencionar que la comunidad no conoce los beneficios y ventajas que conlleva realizar la separación de los residuos.



## 5.2 Trabajo de campo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo realizado en dos semanas laborales en la escuela.

### 5.2.1 Estudios de generación

Los resultados obtenidos para los dos estudios de generación se muestran en las Tablas 5-2 y 5-3.

Tabla 5-2. Resultados del primer estudio de generación de residuos sólidos

Fecha	Masa (kg)
25/11/2019	36.14
26/11/2019	20.58
27/11/2019	19.49
28/11/2019	24.96
29/11/2019	14.62
<b>Generación por semana</b>	<b>115.75</b>

Tabla 5-3. Resultados del segundo estudio de generación de residuos sólidos

Fecha	Masa (kg)
02/12/2019	23.30
03/12/2019	27.66
04/12/2019	15.92
05/12/2019	19.66
06/12/2019	18.76
<b>Generación por semana</b>	<b>105.30</b>

Como se puede observar en las Tablas 5-2 y 5-3 la generación total semanal varió en un 9.03%, siendo ligeramente menor la generación en la segunda semana. Esto posiblemente debido a que en la segunda semana asistieron menos estudiantes.

En la Tabla 5-4, se muestran el resumen de los resultados obtenidos de los dos estudios de generación. En el [Anexo C](#) se encuentran los resultados detallados.

Tabla 5-4. Resultados promedio de las dos semanas del estudio de generación

Estudio de generación	Generación de RS semanal (kg)	Generación de RS promedio (kg/día)	Generación <i>per cápita</i> semanal (kg/persona/semana)
1°	115.75	23.15	0.36
2°	105.30	21.06	0.32
<b>Desviación estándar</b>	7.39	1.48	0.03
<b>Promedio</b>	<b>110.53</b>	<b>22.11</b>	<b>0.34</b>

La generación *per cápita* semanal fue de 0.34 kg, valor superior al reportado por otras instituciones, como la escuela secundaria técnica No. 45 (Pérez *et al.*, 2017) con un valor de 0.027 kg y la escuela secundaria General No. 20 “Rafael Ramírez” en Tepetzotlán, Edo. Méx. (Barbosa *et al.*, 2018) con un valor de 0.15 kg.

De acuerdo con la LGPGIR, los grandes generadores de residuos (superior a 50 kg/día) están obligados a contar con planes de manejo, la primaria no entra en esta categoría ya que el promedio de generación de RS es menor a 50 kg/día. Sin embargo, de acuerdo con la NADF-024-AMBT-2013 que aplica en la CDMX, es obligatorio para generadores de residuos, de carácter público o privado y en general para toda la administración pública de la CDMX establecer especificaciones bajo las cuales se deberá realizar la separación, recolección selectiva y almacenamiento, para el aprovechamiento y valorización de sus RS por lo que más adelante se presenta el plan de manejo de residuos sólidos para la escuela primaria.

### 5.3 Estudio de composición

En las Figuras 5-5 y 5-6 se presenta parte del proceso que se siguió para los estudios de composición.



Figura 5-5. Separación y clasificación del primer estudio realizado en la escuela primaria



Figura 5-6. Separación y clasificación del segundo estudio realizado en la escuela primaria

### 5.3.1 Peso volumétrico

Los resultados en cuanto a peso volumétrico se muestran en la Tabla 5-5, los cálculos para la determinación de los pesos volumétricos se encuentran en el [Anexo D.](#)

Tabla 5-5. Peso volumétrico de los residuos

Estudio de generación	Peso volumétrico (kg/m <sup>3</sup> )
1°	97.45
2°	93.80
<b>Promedio</b>	<b>95.63</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>2.58</b>

El peso volumétrico fue de 95.63 kg/m<sup>3</sup>, valor mayor en comparación con los obtenidos en la escuela secundaria general No. 20 “Rafael Ramírez” en el municipio de Tepetzotlán, el cual fue de 46.31 kg/m<sup>3</sup> (Barbosa *et al.*, 2018), y en la Escuela Secundaria Técnica No. 45. de 43.48 kg/m<sup>3</sup> (Pérez *et al.*, 2017).

Es decir que la densidad promedio de los residuos en la escuela primaria comparada con las demás escuelas, es mayor lo cual está relacionado con la composición de los residuos en cada institución.

Cómo es posible observar la diferencia en cuanto a peso volumétrico en las dos semanas varió en un 3.75%, es importante considerar que el volumen que se tomó para los RS fue el mismo del tambo (200 L).

Las fracciones que se encuentran en mayor proporción en los residuos de la escuela primaria son la hojarasca y alimentos con 46.34% (8.91 kg) y el papel de baño y toallas sanitarias con 12.62% (2.4 kg); mientras que en la secundaria general No. 20 “Rafael Ramírez” fueron papel con 17.6% (6.06 kg) y residuos de alimentos con 12.90% (4.43 kg) (Barbosa *et al.*, 2018). Por último, en la secundaria técnica No. 45 fueron papel bond con 20.94% (4.38 kg) y PET con 13.09% (2.74 kg) (Pérez *et al.*, 2017).

### 5.3.2 Selección y cuantificación de subproductos

En el [Anexo E](#) se presentan las fotografías de los subproductos clasificados en las dos semanas y en el [Anexo F](#) los porcentajes de subproductos de cada uno de ellos.

En ambos estudios, la suma del porcentaje de subproductos fue mayor al 98% por lo que de acuerdo con la NMX-AA-022-1985 no fue necesario repetir las determinaciones. Además, en el segundo estudio de generación se encontraron más subproductos que en el primero los cuales fueron: polietileno de alta densidad, latas de aluminio, plastilina, borradores (gomas), cables y rocas.

En la Figura 5-7 es posible observar los porcentajes promedio de los subproductos de las dos semanas.

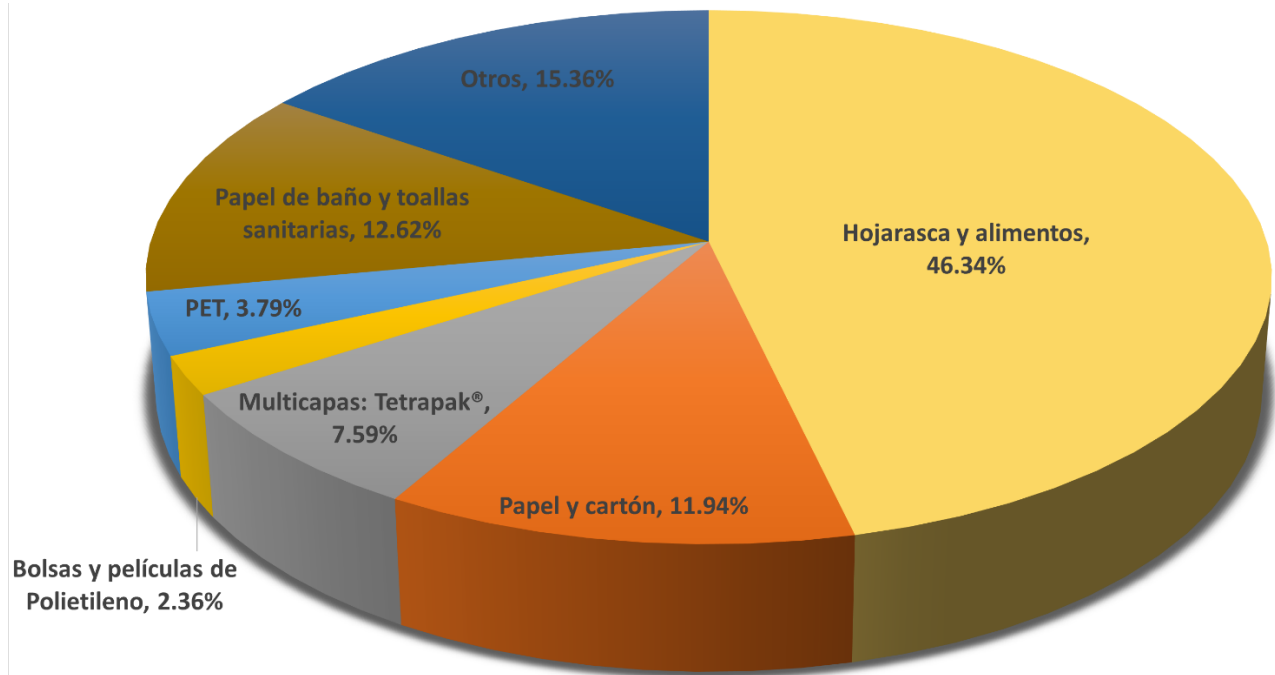


Figura 5-7. Porcentaje de subproductos promedio de los RS en los dos estudios realizados

Los residuos con mayor generación fueron la hojarasca y alimentos (46.34 %), seguidos de residuos sanitarios (12.62 %) y en tercer lugar papel y cartón con un 11.94 %.

## **6 Propuesta de plan de manejo de RS**

### **6.1 Elementos generales**

#### **6.1.1 Información general**

##### **6.1.1.1 Nombre, denominación o razón social del solicitante**

Escuela primaria Georges Cuisenaire, clave 09DPR1232L, alcaldía Azcapotzalco, CDMX.

##### **6.1.1.2 Domicilio para oír y recibir notificaciones**

Av. San Pablo Xalpa 396, Colonia San Martín Xochinahuac.

##### **6.1.1.3 Modalidad del plan de manejo y su ámbito de aplicación territorial**

Privado, individual y local.

##### **6.1.1.4 Residuos objeto del plan**

Los residuos objeto del plan son papel, cartón, multicapas (Tetrapak ®), PET, y residuos orgánicos (hojarasca y alimentos) debido a su alta tasa de generación en la primaria.

### **6.1.2 Diagnóstico de los residuos**

#### **6.1.2.1 Cantidad generada o estimada de residuo e identificación de sus fuentes potenciales de generación**

##### **Papel**

La mayor cantidad de papel que se genera proviene de los salones y de las oficinas como la dirección. La cantidad promedio que se obtiene es 2.1 kg/día.

##### **Cartón**

La mayor cantidad de cartón que se genera proviene del área del comedor y áreas comunes del patio, generando en promedio 0.54 kg/día.

##### **Multicapas (Tetrapak ®)**

Éstos provienen principalmente de los envases de leche que la escuela otorga a las y los alumnos, generando en promedio 1.68 kg/día.

## **PET**

Se generan en promedio 0.84 kg/día de botellas de PET y provienen en su mayoría de las oficinas administrativas.

### **Residuos orgánicos (hojarasca y alimentos)**

Estos se generan principalmente de las áreas verdes, y por los residuos de alimentos que dejan las y los alumnos de la escuela, generando en promedio 10.25 kg/día.

#### **6.1.2.1.1 Principales materiales que componen los residuos**

##### **Papel y cartón**

Son productos que se obtienen a partir de la celulosa de la madera de los árboles cuyas fibras vegetales se denominan no maderables y también se pueden obtener a través del reciclaje del papel y el cartón (Vidasostenible, 2010).

##### **Multicapas: Tetrapak ®**

Está conformado por cartón, el cual se obtiene principalmente de la celulosa de los árboles o de fibras vegetales no madereras o también del reciclaje de papel y cartón.

Polietileno: su función es proteger de la humedad exterior y permitir que el cartón se pegue al papel aluminio. Se produce a partir de recursos naturales no renovables, que en este caso es el petróleo o el gas natural. La función del papel aluminio es proteger del oxígeno y la luz para poder mantener el valor nutricional y el sabor del alimento a temperatura ambiente, éste se obtiene del aluminio y lo conforma en un 98.5% y el resto de hierro y silicón que le brindan resistencia a la punción (Tetrapak®, n.f.).

## **PET**

En el caso del PET, la materia prima principal es el polietileno-tereftalato, que se fabrica a partir de etilenglicol. Todos estos materiales se obtienen generalmente del petróleo o gas natural (QuimiNet, 2005).

### **Residuos orgánicos (hojarasca y alimentos)**

Los residuos orgánicos provienen generalmente, como ya se mencionó, de los residuos de alimentos que dejan las y los niños y de las áreas verdes. Su origen son los recursos naturales renovables como las frutas, los árboles y los animales para consumo humano. Aunque su producción y transporte también implica el uso de recursos no renovables.

### **6.1.2.1.2 Manejo actual de los residuos**

#### **Papel y cartón, Multicapas: Tetrapak®, PET y residuos orgánicos (hojarasca y alimentos)**

Éstos son depositados directamente en los botes que se encuentran en las oficinas, salones y áreas comunes, para después ser recogidos y llevados al sitio de almacenamiento temporal por los trabajadores de limpieza, donde posteriormente son recolectados por el servicio de limpia de la alcaldía.

### **6.1.2.1.3 Problemática ambiental, asociada al manejo actual del residuo**

#### **Papel y cartón**

La producción de papel implica el consumo de materias primas como las fibras de celulosa, las cuales se extraen principalmente de la madera. En México, se necesitan cerca de 5 millones 625 mil toneladas de fibra para la producción de 4 millones 90 mil toneladas de papel (Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel, 2018).

La producción de una tonelada de papel implica talar de 17 a 19 árboles, el uso de energía equivalente a 4 mil kWh (200 L de petróleo crudo) y el consumo de 20 mil litros de agua (Quintanas & López, 2010).

La producción de cartón es similar a la del papel, sin embargo, a diferencia de éste, se elabora con fibras recuperadas. El mayor problema de estos residuos es la disposición final, ya que de acuerdo con la Cámara Nacional de la Celulosa y el Papel (2018) en México solamente se recupera el 50% del papel y cartón producidos, lo que equivale a 3.4 millones de toneladas. Por cada tonelada reciclada se dejan de utilizar 2.5 m<sup>3</sup> de espacio en los sitios de disposición final.

#### **PET**

Actualmente en México se consumen en promedio 6.5 kg/año/habitante de PET lo cual representa una generación de 103,000 t de desechos. Además los envases de PET ocupan entre el 2-4% en masa y entre el 7-10% en volumen en los rellenos sanitarios (García *et al.*, 2013).

#### **Multicapas: Tetrapak®**

El Tetrapak® está compuesto por tres materiales primarios: cartón (75%), aluminio (aproximadamente 5%) y polietileno de baja densidad PEBD (aproximadamente 20%) (Hidalgo *et al.*, 2013) El daño ocasionado por este tipo de material cuando ya se convierte en residuo, es que tarda años en degradarse provocando una enorme acumulación de envases, afectado el suelo y agua de distintos ecosistemas sobre todo por los lixiviados que generan los residuos de los productos perecederos que contenían (Soto *et al.*, 2019).



## **Residuos orgánicos (hojarasca y alimentos)**

Los residuos orgánicos representan una grave problemática ambiental ya que afecta principalmente la biodiversidad, la economía y la seguridad alimentaria de los países (Marcela *et al.*, 2017).

Las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) impactan de manera negativa los recursos naturales llamados “finitos” como lo son el agua y la tierra, debido a que la producción de alimentos demanda el 70% del consumo de agua, el 25% de la superficie habitable, es causante en un 80% de la deforestación y un 30% de la producción de gases de efecto invernadero (Busby & Hylman, 2013, citados por Marcela, 2017 ).

### **6.1.2.1.4 Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas**

#### **Papel y cartón**

De acuerdo con un artículo publicado en la Revista Cubana de Química en 2006, la celulosa puede ser utilizada como excipiente en la industria farmacéutica y como sustituto de la harina y azúcar en alimentos bajos en calorías. También se puede aprovechar en cápsulas, como portador de color y sabor (García *et al.*, 2006).

#### **PET**

Las botellas de PET pueden ser recuperadas y recicladas, con la finalidad de obtener nuevos productos. Actualmente pueden reincorporarse en tres líneas de producción (HILOSVD, 2015).

- 1) PET botella: es utilizado para la manufactura de botellas por su gran resistencia a agentes químicos, su ligereza, gran transparencia y menores costos de fabricación
- 2) PET película: se utiliza para la producción de películas fotográficas de rayos X y de audio
- 3) PET textil: utilizado en la fabricación de fibras sintéticas, principalmente poliéster. Se emplea para la producción de fibras de confección y para relleno de almohadas o edredones. También puede utilizarse en tejidos industriales para elaborar otros productos como cauchos y lonas, y por su gran resistencia puede utilizarse en la producción de cinturones y cuerdas

#### **Multicapas: Tetrapak ®**

El Tetrapak ® puede ser sometido a un proceso llamado “hidropulpado” que consiste en separar mecánicamente del cartón las capas de plástico y aluminio para obtener fibras de celulosa con una alta calidad utilizadas para la producción de papel y cartón (Hidalgo *et al.*, 2013).

En 2019 como por parte del Congreso Científico Tecnológico de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Industrial y Telecomunicaciones, sistemas y electrónica celebrado en la UNAM FES Cuautitlán, se presentó un trabajo sobre la elaboración de un sellador polimérico a partir del polietileno extraído de los envases multicapa Tetrapak ®, mediante el método solvotermal, que consistió en la separación de las fibras de celulosa de los envases multicapa con el objetivo de recuperar la lámina de polietileno-aluminio (Soto *et al.*, 2019).

Desde 2014 Tetrapak ® mantiene un convenio con los museos del Estanquillo, Dolores Olmedo y Tamayo en la Ciudad de México y con el Museo de Arte de Querétaro para promover la educación ambiental mediante talleres de concientización ambiental en donde las personas entre otras cosas aprenden lo importante que es el reciclaje de los envases de Tetrapak ®. Además en 2015 se reciclaron en México aproximadamente 26 mil toneladas de envases usados de Tetrapak ® para ser transformados en papel y productos plásticos (Tetrapak ®, 2016).

### **Residuos orgánicos (hojarasca y alimentos)**

El aprovechamiento de los residuos orgánicos tras someterse a procesos de compostaje o lombricomposteo trae consigo los siguientes beneficios (Castillo *et al.*, 2014):

- 1) Pueden ser transformados en prima para fertilización ecológica
- 2) Son aprovechados en la recuperación de suelos degradados
- 3) Pueden ser utilizados como abono orgánico en sustitución de fertilizantes sintéticos, ayudando a mitigar los gases de efecto invernadero
- 4) Reducen la cantidad de residuos que llegan al sitio de disposición final
- 5) Regulan el pH del suelo y su aplicación es benéfica en la producción de cultivos
- 6) Ayudan a prevenir la aparición y transmisión de enfermedades que son generadas con un manejo inadecuado de los recursos orgánicos, al reducir la proliferación de vectores (moscas, roedores, entre otros)
- 7) Pueden servir como fuente de ingreso económico en la producción de abonos y alimentos orgánicos

#### **6.1.3 Formas de manejo integral propuestas para los residuos**

- 1) Prevención
  - 1.1) Instalación de un programa de educación ambiental

El programa contará con la participación de toda la comunidad, se propone que el contenido de este programa lo elaboren estudiantes y profesores, para que de esta manera se apropien de éste.

- 1.2) Elaboración de un programa de recuperación de libros y libretas
- Colocar un centro de acopio temporal al término de cada ciclo escolar, en donde los alumnos y alumnas coloquen los libros y libretas que ya no necesitan
  - Los y las alumnas que necesiten algún libro o libreta del centro de acopio temporal podrán tomarlo y/o dejar los que ya no necesiten
  - Transferir todos los libros y libretas que fueron desechados al centro de almacenamiento temporal de RS para su posterior venta a un centro de acopio
- 2) Segregación
- 2.1) Elaboración de un programa de separación que permita la recolección separada de los residuos de papel, cartón, Tetrapak ® y PET, y los residuos orgánicos en las diferentes áreas que componen la escuela primaria. El programa consiste en lo siguiente:
- Los salones, oficinas y áreas administrativas contarán con dos botes, uno para los residuos recuperables (papel, cartón, PET y Tetrapak ®) y otro para todo lo demás (residuos de sacar punta de lápices y colores, bolígrafos gastados, residuos de borrador, envolturas de golosinas, etc.). Se propone utilizar botes de plástico con capacidad de 23 litros. Todos los botes deben de estar en buenas condiciones y rotulados de acuerdo con el tipo de residuo a almacenar. Se sugiere también que el color de los botes siempre sea el mismo para el mismo tipo de residuo
  - El patio contará con tres tipos de botes, el primero para los residuos recuperables (papel, cartón, PET y Tetrapak ®), el segundo para los residuos orgánicos (de jardinería y orgánicos) y el tercero para todo lo demás. En esta área se utilizarán como botes para basura los contenedores azules de 200 L que actualmente se encuentran en el patio. Éstos se deberán rotular de acuerdo con el tipo de residuos que almacenarán.
  - El centro de almacenamiento temporal debe de contar también con tres tipos de botes, para residuos recuperables, residuos orgánicos y para todo lo demás. De ser posible estos botes deben de contar con tapa.
  - Realizar la recolección separada de los residuos de papel, cartón, PET y Tetrapak ® por parte del personal de intendencia y colocarlos en el sitio de almacenamiento temporal para su posterior venta a un centro de acopio. Los residuos orgánicos serán recolectados para posteriormente poder ser utilizados en una composta
- 2.2) Creación de un “Calendario ecológico”
- Ponerse de acuerdo profesoras y profesores, administrativos, personal de intendencia, así como alumnas y alumnos para que, de acuerdo con el calendario escolar, se fijen fechas para que todos traigan de sus hogares, residuos de PET, papel, cartón o Tetrapak ® que generasen. Esto con el único fin de exhortar a la

comunidad, a crearse nuevos hábitos, sobre la correcta separación de los residuos que generan en casa

### 2.3) Manejo integral de los residuos orgánicos

- Creación de un programa de compostaje para los residuos orgánicos
- Informar al personal de intendencia sobre el correcto manejo de los RS
- Establecer un programa de capacitación para los profesores y profesoras sobre el montaje de una composta de acuerdo con la NADF-020-AMBT-2011, así como los beneficios que trae consigo el compostaje para que después ellos lo transmitan hacia los estudiantes y lo puedan aplicar

### 3) Aprovechamiento

Una vez que los residuos de papel y cartón, PET y Tetrapak® estén separados correctamente se procederá a venderlos al centro de acopio Recicladora MANSILLA, mientras que los residuos orgánicos ya composteados quedarán a disposición de la escuela para que se utilicen en sus jardines, o se otorgué a los estudiantes para que lo lleven a sus casas.

### 4) Almacenamiento temporal

4.1) Reacondicionamiento del área de almacenamiento temporal de RS. A continuación, se enlistan las características con las que debe contar el área de almacenamiento temporal, así mismo la escuela deberá elaborar un plan de acuerdo con sus recursos económicos disponibles para cumplir con dichas características:

- El lugar tiene que estar techado con el objetivo de que sea resistente a la intemperie (sol, viento y lluvia)
- Debe contar con una base para evitar el contacto directo con el suelo; se sugieren tarimas
- Debe contar con acceso controlado (únicamente personal de intendencia), para lo cual se sugiere la instalación de una reja

## **6.1.4 Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del plan de manejo**

Meta 1. Capacitar correctamente a las y los profesores, con al menos dos sesiones al año sobre el correcto manejo de los RS.

Meta 2. Separar el 50% de los residuos de papel y cartón, PET y Tetrapak® para su valorización en los primeros seis meses de su operación.

Meta 3. Capacitar a alumnos y profesores sobre el montaje y manejo de una composta de pilas al menos dos veces al año.

Meta 4. Venta del 100% de los residuos valorizables que se separen de manera adecuada cada año.

Meta 5. Reacondicionar el área de almacenamiento temporal de RS una vez implementado el plan y de acuerdo con los recursos con que cuente la escuela.

Meta 6. Reducir en un 30% los residuos totales que son entregados al servicio de recolección en los primeros seis meses de su operación.

**6.1.5 Descripción del destino final del residuo**

El destino final de los cuatro residuos a recuperar (papel y cartón, PET y Tetrapak ®) será nacional. Se propone enviar al centro de reciclaje llamado “Recicladora MANZILLA”, que cuenta con 20 años de operación, ubicada en la calle de Avenida Aquiles Serdán 260 Col. Santo Domingo C.P 02160 en Azcapotzalco CDMX. El encargado del centro, el Sr. Alberto Palma se encargará del proceso de recolección y traslado del material correctamente separado.

**6.1.6 Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo**

Se propone establecer un comité el cual estará integrado por un representante de directivos, personal docente, personal de intendencia y alumnos y alumnas, con el fin de involucrar a toda la comunidad que compone la institución. Se generarán reportes semestrales a través de un estudio de generación para evaluar los resultados del plan de manejo.

El director a cargo de la escuela será el encargado de nombrar a un profesor o profesora que se haga cargo del desarrollo y verificación del cumplimiento de plan de manejo de residuos sólidos.

**6.1.7 Participantes del plan y su actividad**

En la Tabla 6-1 se muestran las actividades que se proponen para el adecuado desarrollo del plan de manejo, así como los responsables de llevarlas a cabo.

Tabla 6-1. Participantes en el plan de manejo y sus responsabilidades (elaboración propia)

Participantes	Actividades
<b>Director</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar el comité integrado por los representantes de la comunidad escolar</li> <li>• Nombrar al profesor o profesora responsable del correcto desarrollo del Plan de manejo</li> <li>• Facilitar los recursos que requiera el plan de manejo (espacios presupuesto,</li> </ul>

Tabla 6-1. Participantes en el plan de manejo y sus responsabilidades (elaboración propia) (continuación)

Participantes	Actividades
	<p>requerimientos, equipos) y asignar responsabilidades</p>
<b>Alumnos y alumnas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depositar de manera correcta los residuos de papel, cartón, PET y Tetrapak®, residuos orgánicos y todo lo demás en sus respectivos contenedores ya mencionados</li> <li>• Involucrarse en las actividades propuestas en el programa de separación</li> <li>• Cuidar los contenedores designados al almacenamiento</li> <li>• Participar de manera activa en la elaboración y difusión de las campañas de concientización</li> </ul>
<b>Comité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la difusión del programa de separación, así como las estrategias propuestas en el plan</li> <li>• Realizar un estudio de generación semestral para la evaluación del plan de manejo</li> <li>• Generar reportes semestrales con los resultados del plan de manejo</li> <li>• Involucrar a toda la comunidad estudiantil en las actividades</li> </ul>
<b>Personal docente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difundir a toda comunidad estudiantil la forma correcta de la separación de los residuos objeto del plan de manejo</li> <li>• Capacitar a los estudiantes sobre el montaje, los beneficios y el cuidado de una composta</li> </ul>
<b>Personal docente responsable del plan de manejo de residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar, verificar el cumplimiento, así como la evaluación de posibles mejoras al plan de manejo</li> </ul>
<b>Personal de intendencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir el proceso de recolección de los residuos sujetos al plan de manejo, la Figura 6-1 presenta una propuesta para esta actividad</li> </ul>



Figura 6-1. Propuesta del ciclo de manejo de los RS en la escuela primaria (Elaboración propia)

### 6.1.8 Mecanismos de difusión y comunicación a la sociedad en general

Para dar a conocer la forma correcta de acopio, los resultados, las complicaciones, incluyendo las propuestas de mejora continua para el plan de manejo se proponen las siguientes estrategias:

- 1) Creación de una cuenta en redes sociales donde a través de ella se difunda la información relevante sobre los resultados del plan de manejo, la cual será administrada por el profesor o profesora responsable del plan de manejo de residuos sólidos de la institución
- 2) Difusión de la información sobre el seguimiento y evolución del plan de manejo en las juntas con los padres de familia con la finalidad de proponer mejoras en el mismo
- 3) Exposiciones por parte de las profesoras, profesores, alumnas y alumnos en los homenajes a la bandera sobre los avances y demás temas relacionados con la correcta gestión de los RS

### 6.1.9 Descripción de la infraestructura interna y externa involucrada

Para las áreas comunes y el centro de almacenamiento temporal, se seguirán usando los botes azules de 200 L con los que ya cuenta la escuela, mismos que solo serán rotulados, indicando los tipos de residuos ya mencionados a depositar en cada uno. Para los salones, la sala de usos múltiples y las oficinas, en donde cada lugar ya cuenta con un bote pequeño color negro, se colocará adicionalmente otro bote color blanco, para ser ambos rotulados, en el blanco los residuos recuperables (papel, cartón, PET y Tetrapak) y en el negro todo lo demás.

- Etiquetas para la identificación de los residuos por contenedor las cuales serán elaboradas por las alumnas y alumnos (Figura 6-2)
- Bolsas de plástico o costales para el almacenamiento de los residuos valorizables y así evitar su contaminación
- 19 botes blancos pequeños para los salones, oficinas y salas en donde se colocarán los residuos valorizables
- De acuerdo con los recursos económicos de la escuela, se debe montar una estructura para el almacenamiento temporal de los residuos, que cumpla con las siguientes características: a) debe ser techado y resistente a la intemperie, tanto al sol, al viento y a la lluvia, b) debe contar con una superficie que evite el contacto directo con el suelo (se sugiere el uso de tarimas, como ya se mencionó).
- Bitácoras para llevar el control de los residuos enviados al centro de reciclaje con la información incluida en el [Anexo G](#)



**RESIDUOS RECUPERABLES:  
Papel, cartón, PET y Tetrapak ®**



**TODO LO DEMÁS:  
Residuos de punta de lápices,  
plumones gastados, envolturas  
de golosinas etc.**



**RESIDUOS ORGÁNICOS**

**Restos de Comida**

**Hojarasca**



Figura 6-2. Propuesta de etiquetas para los contenedores de RS en la escuela primaria (elaboración propia)

### 6.1.10 Inversión y beneficios económicos

A continuación, en la Tabla 6-2 se muestra la inversión requerida para los materiales que se utilizarán durante el plan de manejo.

Tabla 6-2. Inversión para la infraestructura necesaria (elaboración propia)

Material	Inversión requerida	Proveedor	Observaciones
<b>Bolsas de plástico o costales para el almacenamiento de los residuos valorizables</b>	\$145	HomeDepot	Es un paquete de 50 bolsas de 39 x 58 pulgadas con capacidad de 98 L
<b>19 botes blancos pequeños para que se depositen los residuos valorizables</b>	\$2,641	Walmart	Cuenta con tapa, y tiene una capacidad de 11.4 L
<b>Carpa para el reacondicionamiento del sitio de almacenamiento temporal</b>	\$1,750	Amazon	Es impermeable de 3 x 3 m
<b>Total</b>	<b>\$4,536</b>		

Por último, en la Tabla 6-3 se muestran las cantidades de los RS objeto (excepto los residuos orgánicos), que se generan en promedio por día, mes y año considerando que el año escolar contempla 190 días efectivos para educación básica de acuerdo con la SEP. También se muestran las ganancias anuales estimadas, considerando los precios promedio de los residuos por kilogramo (Recicladora MANSILLA, entrevista personal, 19 de octubre de 2019).

Tabla 6-3. Proyección estimada de ganancias de los RS

Residuo	Precio por kg (\$)	Generación diaria (kg)	Generación mensual (kg)	Generación anual (kg)	Ganancias anuales obtenidas
<b>Papel</b>	1.00	2.1	63	398.79	398.79
<b>Cartón</b>	1.00	0.54	16.2	102.546	102.546
<b>PET</b>	4.00	0.84	25.2	159.52	638.08
<b>Tetrapak®</b>	3.00	1.68	50.4	319.03	957.09

## 7 Conclusiones

Se realizó un diagnóstico del manejo actual de los residuos en la escuela primaria Georges Cuisenaire en Azcapotzalco, Ciudad de México, mediante una serie de entrevistas al personal directivo y de intendencia, además se realizaron dos estudios de generación y composición. Se encontró que la escuela no es un gran generador, pues su generación se estima en 4,200.14 kg/año. Los residuos que están en mayor proporción son hojarasca y alimentos con 46.24% y papel de baño y toallas sanitarias con 12.62%.

Con el estudio realizado, se logró establecer una propuesta de plan de manejo, para los residuos sólidos generados en la escuela primaria “Georges Cuisenaire”, esperando así, que la escuela tome la decisión de poder implementar dicho plan, de acuerdo con sus recursos.

En este plan se establecieron estrategias de prevención y minimización para los residuos generados en la escuela. El programa incluye principalmente los siguientes puntos:

- 1) Prevención
  - 1.1) Instalación de un programa de educación ambiental
  - 1.2) Elaboración de un programa de recuperación de libros y libretas
- 2) Segregación
  - 2.1) Elaboración de un programa de recuperación de libros y libretas
  - 2.2) Creación de un calendario ecológico
  - 2.3) Manejo integral de los residuos
- 3) Aprovechamiento
- 4) Almacenamiento temporal

De acuerdo con el apartado de prevención en la propuesta del PM, se elaboró una propuesta para un programa de educación ambiental.

La implementación de los PM de residuos sólidos en las instituciones educativas de nivel básico, son una gran alternativa para llevar a cabo la concientización ambiental de toda la comunidad estudiantil en cuanto a la correcta gestión de los RS que generan, no sólo en la escuela, sino también en su vida diaria.

## Referencias bibliográficas

- Ángel Mancera Espinosa, M., en Tanya Müller García Secretaria del Medio Ambiente Lic Lucía Yolanda Alonso Olvera, M. C., Obregón, Á., Juárez, B., Madero, G. A., Contreras, M., ... Carranza, V. (2016). *2016-2020 Participantes: Demarcaciones territoriales*. Retrieved from <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/programas/residuos-solidos/pgirs.pdf>
- Ángel Mancera Espinosa, M., en Tanya Müller García Secretaria del Medio Ambiente Lic Lucía Yolanda Alonso Olvera, M. C., Obregón, Á., Juárez, B., Madero, G. A., Contreras, M., ... Carranza, V. (2020). *Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2020*. Retrieved from <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/programas/residuos-solidos/pgirs.pdf>
- Arenas Mitre, A., Gómez Bravo, J. L., Silva Reyes, A., Ramiro Morales, M. A., & Alberto Aguilar, R. (2016). Los Residuos Sólidos como fuente de materiales y energía. *SOMERS, IX*. Retrieved from [http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros\\_resource/Encuentro9.pdf](http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro9.pdf)
- Barbosa Ramírez, L. A., Fernández García, A. S., & Vázquez Morillas, A. (2018). Los Residuos como recurso-Plan de manejo de residuos sólidos urbanos en la escuela secundaria general No. 20 "Rafael Ramírez", Tepotzotlán, Estado de México. *SOMERS, 11*. Retrieved from [http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros\\_resource/Encuentro11.pdf](http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro11.pdf)
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). *REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS*.
- Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel. (2018). Historia del Papel. Retrieved April 10, 2020, from <http://camaradelpapel.mx/historia-del-papel/>
- Capital México. (2019). Materia de educación ambiental será obligatoria en CDMX. Retrieved April 1, 2020, from <https://www.capitalmexico.com.mx/metropolitano/materia-de-educacion-ambiental-sera-obligatoria-en-cdmx/>
- Carolina Castillo, M., Elena Cárdenas, B., Andrés Rodríguez, S., Marcela Acosta, Á., Paola Ávila Forero Heimunth Alexander Duarte Cubillos Edwin Roncancio Pinzón, G., Agrícola Forstal Director Jairo Leonardo Cuervo Andrade, P., ... Sanabria Pinzón, D. (2014). *GUÍA TÉCNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA*. Retrieved from [http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- De Diputados, C., Congreso De, D. H., Unión, L. A., Reforma, Ú., & Ley, N. (2018). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Retrieved from [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)
- García, G., López, B., & Fernández, C. (2006). Celulosa Microcristalina. *Revista Cubana de Química, XVIII(1)*, 115–117.
- García Velázquez, Á., Amado Moreno, M. G., Casados Pérez, A., & Brito Páez, R. A. (2013). Madera plástica con PET de post consumo y paja de trigo. *Instituto Tecnológico de Mexicali*,

17. Retrieved from <http://bidi.uam.mx:5647/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=8c36fe0f-b526-4457-82a9-a5c9565e7ca4%40sessionmgr4008>

Hidalgo Salazar, M. A., Luiz Nevez, F., & Baena, E. (2013). Posibilidades de fabricación con el polietileno aluminio obtenido del reciclaje de envases multicapas. *Informador Técnico, Colombia*, 77, 10. Retrieved from file:///C:/Users/amont/Downloads/Dialnet-PosibilidadesDeFabricacionConEIPolietilenoAluminio-4560496.pdf

HILOSVD. (2015). *OBTENCION DE FIBRAS DE POLIESTER A PARTIR DE BOTELLAS DE PET*. Retrieved from [https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria23/feria232\\_01\\_obtencion\\_de\\_fibras\\_de\\_poliester\\_a\\_partir\\_de\\_botel.pdf](https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria23/feria232_01_obtencion_de_fibras_de_poliester_a_partir_de_botel.pdf)

INEGI. (2015). Población. Retrieved March 28, 2020, from Censos y conteos. Población y Vivienda website: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>

INEGI. (2018). “ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL... DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE (5 DE JUNIO).” Retrieved from <http://worldenvironmentday.global/es/¿qué-es-el-día-mundial-del-medio-ambiente2http://worldenvironmentday.global/es/india-será-el-anfitrión-del-día-mundial-del-medio-ambiente-2018>

LGP GIR. (2018). *Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos*. 1–53.

Manuel, V., & Guerrero, G. (2014). *REALIDAD, DATOS Y ESPACIO. REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA*. Retrieved from [https://www.inegi.org.mx/rde/rde\\_13/doctos/rde\\_13\\_art2.pdf](https://www.inegi.org.mx/rde/rde_13/doctos/rde_13_art2.pdf)

Marcela Ramírez, V. N., María Peñuela, L. S., & Del Rocío Pérez, M. R. (n.d.). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos Organic waste as an alternative feeds for pigs ARTÍCULO DE REVISIÓN: CIENCIAS ANIMALES Y LECHERÍA REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. *Cienc. Agr. Julio-Diciembre, 2017(2)*, 107–124. <https://doi.org/10.22267/rcia.173402.76>

Ortiz Colunga, C., & Tapia Zetina, A. J. (2017). *Resumen*. Ciudad de México.

Pérez López, A. (2017). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos de la Escuela Secundaria Técnica No . 45*. Ciudad de México.

QuimiNet. (2005). Historia del PET | QuimiNet.com. Retrieved April 10, 2020, from <https://www.quiminet.com/articulos/historia-del-pet-2561181.htm>

Quintanas Ornelas, J., & López Santos, R. (2010). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PAPEL RECICLADO” LICENCIADO EN*. Retrieved from <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8398/A7.1835.pdf?sequence=1>

Reyes Olivera, A., Palacios Díaz, C., & Corchado Vargas, Á. (2015). Memorias de 1er. encuentro académico sobre manejo de residuos en universidades. *SOMERS, 1*, 46–55. Retrieved from [http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros\\_resource/Encuentro8.pdf](http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro8.pdf)

Secretaría de Economía. (2016). Competitividad y Normatividad / Normalización | Secretaría de Economía | Gobierno | [gob.mx](http://gob.mx). Retrieved March 31, 2020, from <https://www.gob.mx/se/>

acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion

- Secretaría de Salud. (2015). Normas Oficiales Mexicanas | Secretaría de Salud | Gobierno | gob.mx. Retrieved March 31, 2020, from <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>
- SEDEMA. (n.d.-a). Ponte las Pilas con tu Ciudad-programa. Retrieved from <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/ponte-pilas-con-tu-ciudad>
- SEDEMA. (n.d.-b). Programas-Reciclación. Retrieved from <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/reciclacion>
- SEDEMA. (2017). Separación de residuos sólidos urbanos. Retrieved April 14, 2020, from [http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/NADF\\_024.html](http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/NADF_024.html)
- SEDEMA. (2019). *Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México. Secretaría de Medio Ambiente 2018*. Retrieved from <http://www.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos>
- SEDEMA. (2020a). Mercado de Trueque. Retrieved from <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/mercado-de-trueque>
- SEDEMA. (2020b). Residuos sólidos CDMX. Retrieved March 29, 2020, from <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/residuos-solidos>
- SEMARNAT. (2012). *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO 2012*. Retrieved from [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/pdf/Informe\\_2012.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf)
- SEMARNAT. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Retrieved from [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7\\_Residuos.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf)
- SEMARNAT. (2017). Normatividad aplicable al tema de residuos | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx. Retrieved April 1, 2020, from <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/normatividad-aplicable-al-tema-de-residuos>
- SEMARNAT. (2020). Informe del medio ambiente. Retrieved from <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html#tema1>
- Soto Aguilar, Y., Hernandez Ortiz, A., Ortega, E. M., & Aquino, R. (2019). *Sellador polimérico elaborado a partir del polietileno extraído de los envases multicapa Tetrapak*. Retrieved from <http://sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/medi>
- Tetrapak®. (n.d.). Material para envasado para envases de cartón Tetra Pak. Retrieved April 10, 2020, from <https://www.tetrapak.com/mx/packaging/materials>
- Tetrapak®. (2016). Reciclan en 2015 unas 26 mil toneladas de envases usados de Tetra Pak® en México. Retrieved May 12, 2020, from <https://www.tetrapak.com/mx/about/newsarchive/reciclan-en-2015-unas-26-mil-toneladas-de-envases-usados-de-tetra-pak-en-mexico>
- Vázquez, A. M. (2019). *Generación de residuos-Diapositiva de la UEA Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos*. 26.
- Velasco Pérez, M., Espinosa Valdemar, R. M., Vázquez Morillas, A., Elizagaray Mandujano, J.

L., Damián García, D., & Tupin Marion, S. J. (2018). Los residuos como recurso- Propuesta de indicador para evaluar la eficiencia del programa de separación de residuos sólidos de la UAM Azcapotzalco. *SOMERS*, 11, 661–670. Retrieved from [http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros\\_resource/Encuentro11.pdf](http://www.somers-ac.org/encuentros/encuentros_resource/Encuentro11.pdf)

Vidasostenible. (2010). *Papel, cartón y madera*. Retrieved from <http://www.larutadelaenergia.org/pdfvs/GFVSpapelymadera.pdf>

## Anexo A

### Entrevista. Situación actual del manejo de los RSU

DIRECTIVOS (Lic. Guadalupe Elizarrarás Olguín, director de la escuela primaria)

1. Población total de estudiantes (sólo turno matutino)

299

2. Número total de profesoras y profesores

19

3. Número total de personal de intendencia

5

4. Número total de personal administrativo

3

5. ¿Actualmente la institución cuenta con planes, programas o estrategias para la regulación interna de los residuos generados?

a) Sí b) No

6. ¿Se lleva a cabo alguna separación de residuos?

a) Sí b) No

7. ¿Cuáles son los residuos que manejan de forma separada?

Ninguno

8. En caso de no realizar separación de residuos ¿a qué se debe?

No se tiene el interés

9. ¿Conoce los beneficios de separar los residuos valorizables?

a) Sí b) No

b) ¿Quién interviene en el manejo de los residuos en las distintas secciones del plantel?

a. Personal de intendencia de la Institución Educativa



- b. Personal externo bajo contrato
- c) ¿Quién recolecta los residuos sólidos del plantel?
  - a. Servicio privado
  - b. Servicio municipal
  - c. Servicio propio del plantel escolar
- d) ¿Cuál es el destino de los residuos sólidos del plantel?
  - a. Planta de composta
  - b. Comercializadores de materiales reciclables
  - c. Relleno sanitario
  - d. Estación de transferencia
  - e. Tiradero de basura controlado

Se desconoce

- e) ¿Qué pasa con los residuos que generan las cafeterías y dulcerías?

Todo se junta con los demás RSU

- f) ¿Existe algún tipo de pepenador que opere dentro del plantel?

a. Si    b) No

- g) ¿Quién es el responsable de coordinar al personal involucrado en la limpieza y manejo de residuos del plantel?

La Sra. Alicia Zárate Arriaga, conserje a cargo

- h) ¿Qué cantidad total de residuos sólidos urbanos mezclados se entregan a los servicios recolectores públicos o privados y cuánto se paga por ello?

No se sabe y tampoco se paga por ello

- i) ¿Qué cantidad total de materiales valorizables se están recuperando para su comercialización y, en su caso, que ingresos se obtienen de ello?

Ninguno

- j) ¿Qué fracciones de los residuos sólidos se están valorizando (papel, cartón, plásticos, vidrio, aluminio, otros)?

Ninguno

- k) ¿Se están aprovechando internamente los residuos orgánicos húmedos para hacer composta y, en su caso, qué cantidad se aprovecha a la semana o al mes?

No

- l) Describa la forma de manejo de los residuos generados en la institución desde su generación hasta su destino final, tomando en cuenta: fuentes de generación, infraestructura y personal involucrado.

Solamente se cumple con la función de la limpieza en el horario establecido

## Anexo B

### Entrevista. Situación actual del manejo de los RSU

Personal de intendencia (Sra. Alicia Zárate Arriaga, jefa del área de intendencia)

1. ¿Actualmente la institución cuenta con planes, programas o estrategias para la regulación interna de los residuos generados?

a) Sí b) No

2. ¿Se lleva a cabo alguna separación de residuos?

a) Sí b) No

3. En caso de no realizar separación de residuos ¿a qué se debe?

No hay el interés

4. ¿Qué tipo de recipientes o formas de depósito de los residuos se utilizan?

a) Tambores de 200 L

b) Contenedores metálicos

c) Contenedores plásticos

d) Bolsas plásticas

e) A granel

f) Tolva

g) Otros (especificar)

5. ¿Cuentan con un sitio de almacenamiento temporal?

a) Si b) No

6. ¿Cómo están distribuidos los recipientes o formas de depósito de los residuos en el plantel y a qué hora se recogen para su transferencia al sitio de almacenamiento temporal?

Comienzan a recoger los RSU de todos los botes a las 11 a.m. y terminan a las 11:30 a.m.

7. ¿En qué sitio(s) del plantel se encuentra(n) el (o los) almacenamiento(s) temporal(es) de los residuos sólidos del plantel para su recolección por los servicios públicos o privados?

Solamente cuentan con uno y se encuentra en el patio trasero de la escuela primaria

8. ¿Cómo se realiza el almacenamiento temporal de los residuos previo a su recolección?

a) Almacenamiento cubierto y cerrado

b) Área abierta y sin protección

9. ¿Quién interviene en el manejo de los residuos en las distintas secciones del plantel?

a) Personal de intendencia de la Institución Educativa

b) Personal externo bajo contrato

10. ¿Quién recolecta los residuos sólidos del plantel?

a) Servicio privado

b) Servicio municipal

c) Servicio propio del plantel escolar

11. ¿Cuál es el destino de los residuos sólidos del plantel?

a) Planta de composta

b) Comercializadores de materiales reciclables

c) Relleno sanitario

d) Estación de transferencia

e) Tiradero de basura controlado

f) Se desconoce

12. ¿Qué pasa con los residuos que generan las cafeterías y dulcerías?

Todo se junta con los demás RSU

13. ¿Existe algún tipo de pepenador que opere dentro del plantel?

a) Si    b) No

14. ¿Quién es el responsable de coordinar al personal involucrado en la limpieza y manejo de residuos del plantel?

Todos ya tienen asignadas sus funciones

15. ¿Qué cantidad total de residuos sólidos urbanos mezclados se entregan a los servicios recolectores públicos o privados y cuánto se paga por ello?

Entre el lunes y el miércoles se llenan aproximadamente seis botes de 200 litros y del jueves al viernes se llena uno también de 200 litros

16. ¿Qué cantidad total de materiales valorizables se están recuperando para su comercialización y, en su caso, qué ingresos se obtienen de ello?

Ninguno

17. ¿Qué fracciones de los residuos sólidos se están valorizando (papel, cartón, plásticos, vidrio, aluminio, otros)?

Ninguno

18. ¿Se están aprovechando internamente los residuos orgánicos húmedos para hacer composta y, en su caso, qué cantidad se aprovecha a la semana o al mes?

No

19. ¿Conoce los beneficios de separar los residuos valorizables?

a) Sí    b) No

20. Describa la forma de manejo de los residuos generados en la institución desde su generación hasta su destino final, tomando en cuenta: fuentes de generación, infraestructura y personal involucrado.

Solamente se junta y se va.

## Anexo C

Cédulas de informe de campo para la determinación de la generación *per cápita* de los dos estudios de generación

### Escuela Primaria "Georges Cuisenaire"

Tabla 0-1. Cedula de informe de campo para la semana uno

Días (Semana 1)	Masa (kg)	Población Total (personas)	Generación <i>per cápita</i> (kg/persona/día)
Lunes	36.14	326	0.1109
Martes	20.58	326	0.0631
Miércoles	19.49	326	0.0598
Jueves	24.96	326	0.0766
Viernes	14.62	326	0.0448
		<b>Total (Generación <i>per cápita</i> semanal)</b>	0.3552

Tabla 0-2. Cedula de informe de campo para la semana dos

Días (Semana 2)	Masa (kg)	Población Total (personas)	Generación <i>per cápita</i> (kg/persona/día)
Lunes	23.30	326	0.0715
Martes	27.66	326	0.0848
Miércoles	15.92	326	0.0488
Jueves	19.66	326	0.0603
Viernes	18.76	326	0.0575
		<b>Total (Generación <i>per cápita</i> semanal)</b>	0.3229

## Anexo D

Cédula de informe de campo para la determinación del peso volumétrico- "*in situ*" de los RS en las dos semanas

Tabla 0-3. Cédula de informe de campo para la primera semana

Alcaldía	Azcapotzalco
Estado	CDMX
Fecha y hora de la determinación	27/11/2019, 8:00
Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación	Clima templado y sombreado
Capacidad del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.2
Tara del recipiente (kg)	7.92
Capacidad del recipiente tomada para la determinación (m <sup>3</sup> )	0.2
Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) (kg)	27.41
Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto-tara) (kg)	19.49
Peso volumétrico " <i>in situ</i> ", de los residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> )	97.45
Responsable de la determinación:	Montes de Oca Soto Abraham
Participantes	
Montes de Oca Soto Abraham, Juan Carlos Álvarez Zeferino	
Observaciones	
La capacidad del recipiente tomada para la determinación del peso volumétrico fue igual a la capacidad del recipiente	

Tabla 0-4. Cédula de informe de campo para la segunda semana

Alcaldía	Azcapotzalco
Estado	CDMX
Fecha y hora de la determinación	06/12/2019, 10:07
Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación	Clima templado y sombreado
Capacidad del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.2
Tara del recipiente (kg)	7.64
Capacidad del recipiente tomada para la determinación (m <sup>3</sup> )	0.2
Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) (kg)	26.40
Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto-tara) (kg)	18.76
Peso volumétrico "in situ", de los residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> )	93.80
Responsable de la determinación:	Montes de Oca Soto Abraham
Participantes	
Montes de Oca Soto Abraham, Moctezuma Parra Karen Yazmín y Mendoza Sánchez Mariana	
Observaciones	
La capacidad del recipiente tomada para la determinación del peso volumétrico fue igual a la capacidad del recipiente	



# Anexo E

Tabla 0-5. Clasificación de subproductos, primer estudio de generación

Hojarascas y alimentos	Papel	Cartón
		
Multicapas: Tetrapak ®	Bolsas y películas de polietileno	PET
		
Unicel	Fomi	Plástico metalizado
		

Tabla 0-5. Clasificación de subproductos, primer estudio de generación (continuación)









Otros plásticos	Papel aluminio	Otros metales
		
Papel de baño y toallas sanitarias	Madera (lápices)	Textiles
		
Residuos de plumones contaminados con pinturas o aceites	Sobrantes finos	
		

Tabla 0-6. Clasificación de subproductos, segundo estudio de generación

Hojarascas y alimentos	Papel	Cartón
		
Multicapas: Tetrapak ®	Bolsas y películas de polietileno	PET
		
Polietileno de alta densidad (PAD)	Unicel	Fomi
		

Tabla 0-6. Clasificación de subproductos, segundo estudio de generación (continuación)













Plástico metalizado	Otros plásticos	Papel aluminio
		
Latas de aluminio	Otros metales	Papel de baño y toallas sanitarias
		
Madera (lápices)	Textiles	Cables y rocas
		

Tabla 0-6. Clasificación de subproductos, segundo estudio de generación (continuación)

<b>Plastilina y borradores (gomas)</b>	<b>Residuos de plumones contaminados con pinturas o aceites</b>	<b>Sobrantes finos</b>
		

## Anexo F

Tabla 0-7. Porcentaje de subproductos encontrados en la primera semana

No.	Clasificación	Subproductos	Masa (kg)	% en masa	Observaciones
1	Orgánicos	Hojarasca y alimentos	11.6	59.52	La mayor cantidad de orgánicos fue de hojarasca
2	Papel y cartón	Papel	1.26	6.46	
3		Cartón	0.36	1.85	
4		Multicapas: Tetrapak®	1.22	6.26	Principalmente de envases de leche alpura
5	Plásticos	Bolsas y películas de polietileno	0.42	2.15	
6		PET	0.52	2.67	
7		Unicel	0.04	0.21	Principalmente de vasos y platos
8		Fomi	0.02	0.10	
9		Plástico metalizado	0.02	0.10	
10		Otros plásticos	0.58	2.96	
11		Metales	Papel aluminio	0.02	0.10
12	Otros metales		0.01	0.05	Clips y un pasador
13	Sanitarios	Papel de baño y toallas sanitarias	1.80	9.24	Sólo se encontraron tres toallas sanitarias
14	Varios	Madera (lápices)	0.8	4.10	La mayoría de los lápices se encontraban en buen estado
15		Textiles	0.04	0.21	Principalmente de telas de trapeador y toallas Kleenex®
16	Residuos peligrosos	Residuos de plumones contaminados con pinturas o aceites	0.04	0.21	
17	Residuos finos	Residuos finos	0.74	3.80	
<b>TOTAL</b>			<b>19.49</b>	<b>99.99</b>	

Tabla 0-8. Porcentaje de subproductos encontrados en la segunda semana

No.	Clasificación	Subproductos	Masa (kg)	% en masa	Observaciones
1	Orgánicos	Hojarasca y alimentos	6.22	33.16	La mayor cantidad de orgánicos fue de hojarasca
2	Papel y cartón	Papel	2.36	12.58	
3		Cartón	0.56	2.99	
4		Multicapas: Tetrapak®	1.68	8.96	Principalmente de leches alpura
5	Plásticos	Bolsas y películas de polietileno	0.48	2.56	
6		PET	0.92	4.90	
7		Polietileno de alta densidad (PEAD)	0.18	0.96	Únicamente apareció en el segundo estudio
8		Unicel	0.26	1.39	Principalmente de vasos y platos
9		Fomi	0.04	0.21	
10		Plástico metalizado	0.08	0.43	
11		Otros plásticos	2.16	11.51	
12	Metales	Papel aluminio	0.04	0.21	
13		Latas de aluminio	0.10	0.53	Únicamente apareció en el segundo estudio
14		Otros metales	0.02	0.11	Una moneda, un tornillo, alambres y un seguro metálico
15	Sanitarios	Papel de baño y toallas sanitarias	3	15.99	Esta vez no se encontraron toallas sanitarias
16	Varios	Madera (lápices)	0.14	0.73	La mayoría de los lápices se encontraban en buen estado

Tabla 0-8. Porcentaje se subproductos encontrados en la segunda semana (continuación)

No.	Clasificación	Subproductos	Masa (kg)	% en masa	Observaciones
17		Textiles	0.08	0.43	Principalmente de telas de trapeador y toallas Kleenex®
18		Cables y rocas	0.18	0.96	
19		Plastilina y borradores (gomas)	0.08	0.43	La mayoría de las gomas se encontraban en buen estado
20	Residuos peligrosos	Residuos de plumones contaminados con pinturas o aceites	0.06	0.32	
21	Residuos finos	Sobrantes finos	0.12	0.64	
<b>TOTAL</b>			<b>18.76</b>	<b>99.98</b>	



## Anexo G

Tabla 0-9. Bitácora de los RS enviados a reciclaje

Fecha	Nombre de quien estrega	PET y Tetrapak® entregado (kg)	Papel y cartón entregado (kg)	Dinero obtenido de la venta	Firma de quien recibe