



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS
GENERADOS EN LA FES IZTACALA, UNAM, PARA EL
ABASTECIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO DE BIOGÁS DE ALMARAZ”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MIRIAM ROSAS REYES

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. ALFONSO REYES OLIVERA

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Estado de México, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedico este trabajo a...

Mi familia...

A mi abuelita Blandina que a pesar de que ya no está con nosotros sé que le daría mucho gusto ver este logro.

A mi mamá Teresa Reyes por todos tus desvelos, cuidados, consejos y por enseñarme a no rendirme y dejar las cosas inconclusas.

A mi papá Pedro Rosas por tus cuidados, tus desvelos en aquellas noches interminables de juego, por enseñarme a enfrentar la vida.

A mis hermanas Nadia y Nataly, por llegar a mi vida y llenarla de alegría, por enseñarme que jamás nos debemos rendir cuando se trata de luchar por tus sueños y por apoyarme en mi locuras.

Gracias por apoyarme y demostrarme que pase lo que pase siempre estarán conmigo, porque han sido mi mayor impulso para iniciar y culminar este ciclo.

Este es un pequeño tributo a todo lo que han hecho por mí, los quiero.

Mi Director de Tesis...

Por aceptar el reto de iniciar este proyecto, y por todos los consejos que lo enriquecieron.

Mis amigos...

A mis amigos y colegas del Grupo uno Jacqui, Viry, Luis, Rosa, Rebeca, con los cuales compartí aula, días de arduo trabajo en campo y preocupaciones, pero al final siempre salían adelante los trabajos.

A mis compañeros de laboratorio Liz, Delia, Montse y Marisol por siempre hacer la estancia más amena y compartir muchos momentos juntos.

Me quedo con su sincera amistad.

Gracias por ayudarme a crecer y a cada día ser una mejor persona

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada, para la realización de la presente investigación, a través del proyecto FORDECYT, 174710, “Generación de un Sistema Piloto de Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales “. Gracias por el apoyo otorgado.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formar parte de esta casa de estudios y abrirme las puertas al conocimiento.

A mis Papás y Hermanas por todo el apoyo, comprensión y cariño que me han brindado en todo momento, pero sobre todo en esta bella travesía que fue estudiar Biología.

A mi Director de Tesis M. en C. Alfonso Reyes Olivera, por el tiempo dedicado a este trabajo, por sus consejos, apoyo y enseñanzas a lo largo de este tiempo.

A mis revisores: la Dra. Silvia Romero Rangel, M. en C. Vanny Cuevas Lucero, M. en C. Carlos Ezequiel Rojas Zenteno y al Biol. Carlos Enrique Palacios Díaz, por su tiempo para revisar este trabajo y las aportaciones realizadas, que permitieron mejorarlo.

A la M. en I. Diana Casas Gutiérrez y Dr. Alfonso Durán de la Facultad de Química por permitirme formar parte del proyecto.

A la Dra. Martha Martínez García por su apoyo y todas las enseñanzas brindadas tanto en el salón de clases como fuera de él.

A la Dra. Silvia Romero y al Maestro Carlos del Laboratorio de Taxonomía y Ecología de Árboles y Arbustos L-405, por abrirme las puertas del laboratorio cuando creía que todo estaba perdido. Durante mi estancia conocí personas valiosas e importantes Mtra, Lilitiana E. Rubio, Liz, Delia, Marisol y Montse.

A la Mtra. Vanny por todo su apoyo para la estructuración del cuestionario y su análisis y por a través de ella conocí a la Biol. Angélica Mendoza Estrada quien me ha apoyado en este proceso. Gracias por su amistad.

A la Mtra. Ángela Hermosillo García por su apoyo en la aplicación de los cuestionarios en la carrera de Psicología.

Al Ing. Juan Manuel Zacañula y a la Biol. Laura Martínez Bobadilla por permitirme continuar con mi sueño de estudiar Biología.

Al Ing. Víctor Alejandro González Reza y al Ing. Adán Becerra Prado por la oportunidad brindada de emplear mis conocimientos adquiridos durante mi etapa de estudiante y formar parte de su equipo.

Y a todos aquellos que al coincidir en mi vida han estado durante esta etapa tan importante para mí, que han contribuido para cumplir con este logro y compartirlo conmigo.

¡Gracias!

Escribe tus sueños

Temo escribirte porque me asusta mirarme cara a cara, y cuando lo hago te dibujo mis sueños en letra pequeña porque el temor a caer es más grande que mis ganas de crecer.

Pero querido destino, eso fue ayer.

Quizás caiga cuatro veces, pero me levantaré cinco y te escribiré regalando un guiño a tu hermana la suerte, porque solo voy a lograr aquello que guíe la brújula de mis sueños.

Estoy de camino en este mar infinito de posibilidades, pero sé que desde este momento el futuro comienza con mi puño y letra.

- Pedro Sanz

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Los Residuos en México	5
1.1 Definición de Residuo.....	5
1.2 Clasificación de los Residuos.....	6
1.2.1 Residuos Radiactivos.....	6
1.2.2 Residuos Peligrosos.....	6
1.2.3 Residuos de Manejo Especial (RME).....	6
1.2.4 Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	7
Capítulo 2. Residuos Sólidos Urbanos	8
2.1 Características de los Residuos Sólidos Urbanos.....	8
2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.....	9
2.3 Volumen de Generación.....	10
2.3.1 Generación por Tipo de Residuo.....	10
2.3.2 Generación de Residuos por Habitante.....	11
2.3.3 Generación de Residuos por Entidad Federativa.....	12
2.4 Problemática de los Residuos Orgánicos.....	12
2.4.1 Problemas de Salud.....	12
2.4.2 Problemas ocasionados al Ambiente.....	13
2.4.3 Problemas Económicos.....	15
2.4.4 Tratamiento para el aprovechamiento de los Residuos Orgánicos.....	15
2.4.4.1 Físico.....	15
2.4.4.2 Biológico.....	15
Capítulo 3. Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Instituciones de Educación Superior (IES)	18
3.1 Universidad Nacional Autónoma de México.....	18
3.1.1 Programa Universitario del Ambiente (PUMA).....	18
3.1.1.1 Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos en el Campus Universitario.....	18
3.1.1.2 Plan Estratégico de Residuos Sólidos en CU: “Por UNAmbiente sin basura”.....	18
3.1.1.3 Estudios de Generación de residuos en CU.....	19
3.1.1.4 Plan Maestro de Manejo Integral de Residuos Sólidos en CU.....	20
3.1.1.5 Empresa ECOBAU: Recolección de Botellas de Plástico (PET) en CU.....	20
3.2 Universidad Autónoma Metropolitana Campus Azcapotzalco.....	21
3.3 CINVESTAV-Mérida.....	21

3.4 Universidad Autónoma de Baja California Campus Mexicali I.....	21
3.5 Universidad Iberoamericana (UIA).....	21
3.6 Tecnológico de Monterrey (Campus Monterrey)	22
Capítulo 4. Fundamentos del Plan de Manejo Integral de los Residuos de la FESI	24
4.1 Fundamentos normativos para la separación de RSU y de Manejo Especial en la FESI	24
a) Orden Federal	24
b) Orden Estatal	25
4.2 Planes y Programas gubernamentales de manejo de los RSU.....	30
4.2.1 Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2009-2012	30
4.2.2 Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR) 2009	31
Capítulo 5. Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI	33
5.1 Antecedentes del Plan de Manejo Integral de RSU en la FESI.....	33
5.1.1 Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA)	33
5.2 Percepción de los alumnos sobre el manejo de los RSU en la FESI.....	35
5.2.1 Análisis del cuestionario de percepción de los alumnos sobre el manejo de los RSU de la FESI	42
5.3 Diseño del Plan de Manejo Integral de RSU de la FESI	43
5.3.1 Objetivos y líneas estratégicas.....	44
5.3.2 Ruta Crítica	45
5.3.3 Diagnóstico	49
a) Generación y Cuantificación de RSU de la FESI	49
b) Infraestructura para el manejo de los RSU.....	52
5.3.4 Adaptaciones de la infraestructura para la separación de los residuos en sus fracciones primarias (orgánicos, reciclables, sanitarios y PET).....	57
a) Contenedores (Baterías metálicas y Botes de Plástico)	58
b) Artesa	59
c) Centro de acopio para PET.....	60
d) Canastillas para almacenamiento de PET.....	60
5.3.5 Situación financiera del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI.....	61
5.4 Difusión del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI	61
5.4.1 Integración del Comité de Manejo Integral de los Residuos de la FESI.....	61
5.4.2 Coordinación con todos los sectores de la comunidad de la FESI, para el funcionamiento del Plan.	62
5.4.3 Definición de Fecha de Inicio del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI	63
5.5 Puesta en marcha y seguimiento del Plan de Manejo.....	63

5.5.1 Campaña de difusión y sensibilización	64
Discusión	70
Conclusiones	72
Aportaciones	74
Literatura Citada	75
Anexo 1. Cuestionario aplicado para conocer la perspectiva de los alumnos de la FESI sobre el manejo de los residuos.....	79

Resumen

El aumento de la población y el cambio de los hábitos de consumo de las personas, ha ocasionado un incremento en la generación de residuos sólidos urbanos. El manejo inadecuado de estos residuos ha ocasionado problemas de contaminación del suelo, aire, agua, malos olores, proliferación de fauna nociva, problemas de salud, entre otros.

Esto obliga a pensar en la implementación de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, por ser un instrumento que permite minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos sólidos urbanos, a través de la aplicación de técnicas de separación en la fuente, recolección selectiva de residuos y fomento del reúso y reciclaje, por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue diseñar el Plan de Manejo Integral de los Residuos Orgánicos en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), para ser aprovechados en la producción de biogás en la Planta Piloto de biogás Almaraz, ubicada en la Clínica Periférica de Almaraz de la FESI. Para cumplir con este objetivo, se realizó la búsqueda y análisis de los fundamentos normativos relativa a la separación de los residuos de orden Federal y Estatal. Se realizó el diagnóstico del manejo de los residuos en la Facultad, se cuantificaron los residuos en el sitio de disposición temporal (artesa) y posteriormente se realizó la cuantificación de sus fracciones, mediante el uso del método de cuarteo establecido en la Norma Ambiental AA-015-1985. Se encontró que en periodo semestral se generaron aproximadamente ocho toneladas de residuos mezclados por semana y la fracción con mayor representatividad en cuanto a peso fue la materia orgánica (42.55%). En periodo intersemestral se generan cerca de cuatro toneladas por semana y el subproducto más abundante fue nuevamente la materia orgánica (29.13%). Se aplicó un cuestionario de 10 preguntas cerradas a 45 alumnos de las seis carreras para conocer la perspectiva que tienen sobre el manejo de los residuos en la FESI. Se realizaron recorridos para conocer y ubicar la infraestructura existente en la Facultad y adaptarla al Plan de Manejo propuesto. Se analizaron las bases normativas que hacen necesario que nuestra Facultad, como gran generador. Se realizó el diseño y puesta en marcha del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, coordinando la participación de alumnos, profesores, trabajadores y autoridades de la Dependencia. El 11 de agosto de 2014, después de realizar una intensa campaña de difusión, se puso en marcha el PMIR FESI para lograr la separación de los residuos en sus fracciones orgánica, reciclable, sanitarios, PET y pilas usadas. Este es el primer paso para extraer los residuos orgánicos que serán enviados a la Planta de Biogás de Almaráz.

Introducción

En México, como en otros países en el mundo, se enfrentan serios problemas ambientales asociados con su tipo de crecimiento económico y demográfico, lo cual determina la composición y la cantidad de los residuos generados (SEMARNAT, 2008), con la intensificación de la industrialización que se presentó en el país durante la segunda mitad del siglo pasado, se produjo una mayor demanda de materias primas para satisfacer el creciente consumo de bienes y servicios de una población en aumento y con patrones de consumo cambiantes y cada vez más demandantes. A la par crecieron la generación de residuos de distintos tipos y los problemas asociados para su disposición adecuada (SEMARNAT, 2012).

Cada vez es más evidente que los problemas ambientales causados por los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) tienen dimensiones económicas que deben ser consideradas a fin de procurar el bienestar social y el cuidado del ambiente. Esto obliga a pensar en nuevas alternativas para el manejo y tratamiento de los RSU, fomentando su valoración y la recuperación energética de los mismos. Existen diversos tratamientos para el manejo de los RSU como la digestión anaerobia o tratamientos térmicos, mediante los cuales es posible obtener energía utilizando los gases generados. Los residuos deben ser considerados como una materia prima de dichos tratamientos y por tal razón se deben conocer sus características.

Debido a que la recolección, transporte y procesamiento de los RSU constituye un problema en el ámbito urbano y se agrava conforme éste crece, es necesario implementar un Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) en todos los sitios en los que se generen residuos, el cual servirá como un instrumento, que permitirá el adecuado aprovechamiento de los residuos y además se cumplirá con la normatividad en materia de RSU y de manejo especial, y así poder utilizarlo como un método que permita controlar y minimizar los impactos generados por los residuos (Plan de Desarrollo Institucional de la UADY, 2010).

En México se genera alrededor de 41 millones de toneladas anuales, lo que equivale a cerca de 112.5 mil toneladas de RSU diariamente de distintos residuos (SEMARNAT, 2012), el manejo de los mismos es un problema complejo y de difícil solución. Debido a esto, se han publicado diversos instrumentos normativos que obligan a los generadores a implementar Programas o Planes de Manejo. De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), se cataloga como gran generador por producir más de 10 toneladas anuales de RSU, por lo que requiere la implementación de un Programa Institucional de Separación de Residuos. Por tal motivo el

presente trabajo pretende diseñar el Plan de Manejo Integral de los Residuos, particularmente de la fracción orgánica. El tratamiento adecuado de los Residuos Orgánicos (RO) es una alternativa para obtener productos de valor agregado como lo son: el biogás, la energía eléctrica, la composta de uso agrícola o abonos de calidad. Con un manejo adecuado de la fracción orgánica de los RSU se reducirá el volumen que llega a los sitios de disposición final y como consecuencia disminuirán los impactos ambientales negativos.

Por lo anterior el **objetivo** de la presente investigación es lograr que la comunidad de la FESI participe coordinadamente en la separación de los RSU desde su generación, para obtener los residuos orgánicos que abastecerán a la planta de biogás de Almaraz ubicada en la Clínica Periférica de Almaraz de la FESI, para lo cual se formularon los siguientes **objetivos específicos** a) Investigar los fundamentos normativos para la separación de RSU y RME, b) Conocer los programas de gobierno y planes de manejo que llevan a cabo las Instituciones de Educación Superior (IES) relacionados con los RSU y Residuos de Manejo Especial (RME), c) Investigar los planes y programas de separación de RSU que se han implementado en la facultad, d) Realizar un diagnóstico de la situación actual de la generación de los RSU en la FESI y e) Diseñar y poner en marcha el Programa de separación de RSU de la Facultad.

Para cumplir con cada objetivo específico se realizó la recopilación documental de la información necesaria para su análisis. Primeramente se investigaron los fundamentos normativos a nivel Federal y Estatal en materia de residuos a fin de identificar las obligaciones que tiene la FESI como generador, para la separación adecuada de los residuos. Posteriormente se investigaron los programas de gobierno y planes de manejo que han realizado las Instituciones de Educación Superior (IES) en sus planteles, con la finalidad de conocer las estrategias empleadas en cuestión de la separación y manejo de los RSU. Subsecuentemente se realizó un diagnóstico de la situación actual de la generación de residuos en la FESI, en donde se llevó a cabo la cuantificación total de los residuos generados, así como la selección de subproductos contenidos en los RSU, esto fundamentado en las normas mexicanas NMX-AA-15-1985 para el **Método de Cuarteo** y la NMX-AA-22-1985, sobre la **Selección y Cuantificación de Subproductos**, como parte del diagnóstico también se realizaron cuestionarios de diez preguntas cerradas, a los alumnos de las seis carreras de la Facultad para conocer la percepción que se tiene sobre el manejo de los residuos. Finalmente se llevó a cabo el diseño y la puesta en marcha el Plan de Manejo Integral de los residuos de la FESI, en donde se desarrolló un Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI (PMIR de la FESI), el cual permitirá obtener la fracción orgánica para abastecer la Planta Piloto de Biogás de Almaraz. Se consultaron programas, manuales,

leyes y normas en materia de residuos, además de fuentes documentales científicas, páginas oficiales de dependencias gubernamentales nacionales e internacionales, así como búsqueda de información por internet. Para complementar la información a nivel Estatal se solicitó apoyo a la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México en su Delegación Tlalnepantla. De la información proporcionada se obtuvieron datos para el diseño del Plan de Manejo de los residuos.

Este proyecto se llevó a cabo en la FESI, ubicada al este del Estado de México, en el Municipio de Tlalnepantla de Baz entre las coordenadas 19° 32' 17" y 19° 32' 44" latitud norte y 99° 12' 11" y 99° 12' 22" longitud oeste, y colinda al Noroeste con la Ciudad de México. Se encuentra en un ambiente urbano, a una altitud de 2,250 m.s.n.m. (INEGI, 2013).

Dicha investigación se dividió en cuatro capítulos, en el primero se define que es un residuo, cómo se clasifican y cuánto se genera de RSU; en el segundo capítulo se muestra la clasificación de los RSU y las características que presentan, así como la problemática que se tiene con respecto a los residuos orgánicos y algunas alternativas que ayudarían en su manejo. En el tercer capítulo se presenta el manejo de los RSU en diversas IES en donde se ha implementado un programa de separación, por último en el cuarto capítulo se presentan los resultados de generación y cuantificación de los residuos de la Facultad, así como la infraestructura existente para el depósito de los residuos, posteriormente se muestran los resultados de la aplicación del cuestionario aplicado para conocer la percepción de los alumno sobre el manejo de los residuos y finalmente se presenta el Plan de Manejo Integral de los Residuos de la FESI.

Capítulo 1. Los Residuos en México

La problemática del manejo de los residuos a nivel nacional ha sido deficiente, se han hecho esfuerzos e intentos para que la legislación mexicana brinde sustento a la incorporación de técnicas modernas de administración para la solución del problema, por lo que en este apartado se muestran las definiciones empleadas así como la clasificación de los residuos establecidas en dicha legislación.

1.1 Definición de Residuo

Comúnmente se le conoce a los residuos como basura; sin embargo existen diversas definiciones para este término.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) lo define como:

“Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó” (LGEEPA, 2013).

Por su parte la LGPGIR da la siguiente definición:

“Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final” (LGPGIR, 2014).

Sin embargo el Código para la Biodiversidad del Estado de México reúne las definiciones mostradas anteriormente, publicándolas de la siguiente manera:

“Es el material o producto generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó y cuyo propietario o poseedor desecha.

Se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso contenido en recipientes o depósitos y que puede ser susceptible de ser valorizado y requiriendo sujetarse a tratamiento o disposición final” (Gaceta de Gobierno, 2005)

Considerando estas definiciones y para efecto de este trabajo es posible definir “residuo” como aquel material que proviene o se genera por las actividades del hombre, que ya no presenta una utilidad o valor para su dueño y finalmente puede ser valorizado o reutilizado antes de llegar a un sitio de disposición final.

1.2 Clasificación de los Residuos

En la LGPGIR se establece como debe ser el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP), sin embargo se exceptúan los residuos radioactivos de la aplicación de esta Ley, y estarán sujetos a los ordenamientos específicos que resulten aplicables, siendo la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias la encargada de gestionar las operaciones de manejo, tratamiento, acondicionamiento, transporte y almacenamiento temporal y definitivo de los mismos.

1.2.1 Residuos Radiactivos

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-NUCL-2013, Clasificación de los desechos radiactivos se define a los residuos radiactivos como “Cualquier material para el que no se tenga previsto uso alguno, y que contenga o esté contaminado con radionúclidos a concentraciones o niveles de actividad mayores a los establecidos por la NOM-035-NUCL-2000 (Límites para considerar un residuo sólido como desecho radiactivo o la que la sustituya).

Estos residuos pueden suponer un riesgo para el ser humano y el medio ambiente debido a las radiaciones ionizantes que emiten los radionúclidos en ellos contenidos, por lo que deben ser controlados y gestionados de manera segura. Por tal motivo se clasifican en función de las concentraciones de radionúclidos que contienen y de la vida media de estos isótopos (NOM-004-NUCL, 2013).

1.2.2 Residuos Peligrosos

Conforme a lo establecido en la LGPGIR se denominan residuos peligrosos aquellos que posean alguna de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio (LGPGIR, 2014).

1.2.3 Residuos de Manejo Especial (RME)

Se consideran Residuos de Manejo Especial aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de RSU (se considera gran generador a las personas físicas o morales que generan una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida (LGPGIR, 2014)

1.2.4 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Los RSU son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (LGPGIR, 2014).

Capítulo 2. Residuos Sólidos Urbanos

En este capítulo se revisan aspectos relacionados con los Residuos Sólidos Urbanos. Se presentan características, clasificación, volumen de generación en el país, dentro de este rubro se presenta la generación por tipo de residuo, generación de residuos por habitante y entidad federativa

2.1 Características de los Residuos Sólidos Urbanos

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), la Secretaría Estatal de Economía del Gobierno Suizo (SECO) y el Laboratorio de Análisis de Residuos (LARE) de la Habana, Cuba, (ONU DI, 2007) los RSU cuentan con las siguientes características:

a) *Densidad*

Consiste en el peso específico de las sustancias encontradas en los residuos, pero al existir diversas fuentes que los generan se deben separar de diferentes maneras pues la composición es distinta.

Por ello, los métodos de clasificación y separación deben ser distintos además de la forma y elementos que se empleen para su transportación.

b) *Solubilidad*

Consiste en la propiedad que pueden tener algunos de los residuos de poder diluirse en el agua, y ser una fuente contaminante del suelo y los mantos acuíferos.

Se debe considerar que algunos productos son liposolubles y se acumulan en el tejido adiposo de ciertos animales incluyendo el hombre, provocando efectos negativos a corto y largo plazo en las cadenas de alimentación, provocando su acumulación y la generación de enfermedades.

c) *Humedad*

Característica que depende del tipo de residuo, clima y de la estación del año. En este sentido los residuos orgánicos tienden a descomponerse más rápido que los inorgánicos ya que tienen un menor grado de humedad, aunque algunas sustancias químicas que los componen, tienen un alto poder higroscópico por lo que absorben la humedad, favoreciendo el proceso de descomposición de otros elementos que estén a su alrededor y la provocación de reacciones químicas colaterales en las que se pueden formar otros agentes contaminantes.

d) Poder calorífico

Parámetro fundamental que permite decidir el tratamiento que se le dará a los residuos, puesto que durante el proceso de descomposición de estos, el desprendimiento de energía en forma de calor es elevado y su valor depende de la cantidad y el tipo de sustancia que se descompone, provocando en ocasiones condiciones de insalubridad.

El poder calorífico inferior (PCI) de los RSU varía entre 800 y 1600 kcal/kg.

e) Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

Dependiendo de la proporción de Carbono, Nitrógeno y otros elementos como el oxígeno, se puede determinar las propiedades ácidas o básicas de los residuos, esto último es de gran utilidad para la determinación de la calidad de la composta que se puede elaborar a partir de los residuos. El valor óptimo de la relación C/N está entre 25 y 30.

2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos

Establecer la clasificación de los RSU es complejo aunque se puede realizar atendiendo distintos factores, origen, peligrosidad, posibles tratamientos o el tipo de material (Cuadro 1), a su vez pueden establecerse varias categorías con lo que la complejidad aumenta.

Cuadro 1. Diferentes formas de clasificación de los residuos.

Clasificación de los residuos	
Por sus características físico-químicas	Sólidos, líquidos, lodos/fangos, pastosos, radiactivos
Por su origen	Sólidos urbanos, comerciales, industriales, agropecuarios, construcción, demolición, sanitarios, mineros, etc.
Por su peligrosidad	Peligrosos, inertes, biocontaminados, no peligrosos, infecciosos, etc.
Por sus posibles tratamientos	Fermentables, reciclables, valorizables, etc.
Por sus flujos temáticos	Aparatos eléctricos y electrónicos, vehículos al final de su vida útil, neumáticos, envases, embalajes, PVC, etc.

Tomado de: Reciclado y tratamiento de residuos. 2008. UNED

En este caso se empleara la clasificación química.

Residuos Orgánicos: Son todos aquellos cuyo componente principal es el carbono (C) provienen de materia viva tanto vegetal como animal. Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica (Flores, 2001), están representados principalmente por residuos alimenticios, de parques y jardines, rastros y mercados industriales de alimentos, etc.

Residuos Inorgánicos: Es materia inerte proveniente de material no vivo que incluye la mayoría de los residuos reciclables como metales, plásticos, cierto tipo de telas, vidrio, etc. Además unen las características de no ser biodegradables o de muy difícil composición por lo que conserva su forma y propiedades pudiéndose utilizar como materia prima en diferentes industrias (Esquer-Verdugo, 2009)

2.3 Volumen de Generación

La generación “es la acción de producir RSU a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo” (LGGPGIR, 2006). Esta ha aumentado vertiginosamente y ha logrado que también varié la composición, debido al aumento de la población, las actividades económicas, y el cambio de patrones de consumo, entre otros aspectos (Runfola & Gallardo, 2009).

Las cifras sobre la generación de los RSU a nivel nacional que se han reportado en los últimos años presentan algunas limitaciones, puesto que no se trata de mediciones directas, sino de estimaciones. Estas han sido calculadas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en base a la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos.

La generación de RSU se ha incrementado en los últimos años, pues tan solo entre 2003 y 2011 creció en un 25% (Fig.1), esto debido a factores como el crecimiento de las ciudades, la industrialización y los cambios en los patrones de consumo (SEMARNAT, 2012).

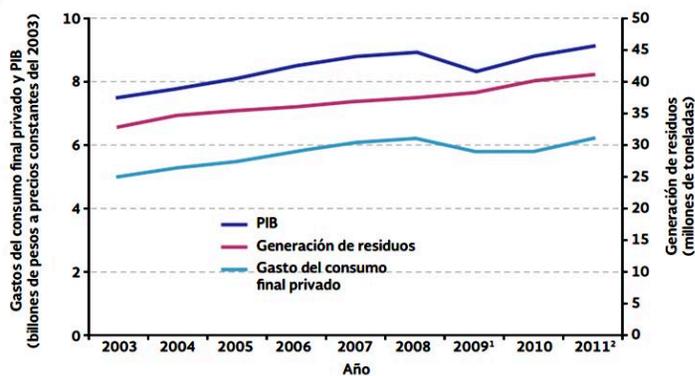


Figura 1. Generación de RSU, producto interno bruto (PIB) y gasto del consumo final privado, 2003-2011.

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

2.3.1 Generación por Tipo de Residuo

La SEDESOL reportó que en 2011 se generaron un total de 41, 062.50 millones de toneladas, lo que equivale a una producción diaria de aproximadamente 112.5 miles de toneladas de RSU.

De acuerdo con lo anterior la generación de residuos por tipo de residuo muestra que la categoría basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares, es la que presenta un total de 21, 524. 90 miles de toneladas, seguida de la de papel, cartón y productos de papel con 5, 679.00 miles de toneladas, otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.) con 4, 972.70 miles de toneladas y finalmente la correspondiente a plásticos con un total de 4, 471.71 miles de toneladas (Fig. 2) (SEMARNAT, 2012).

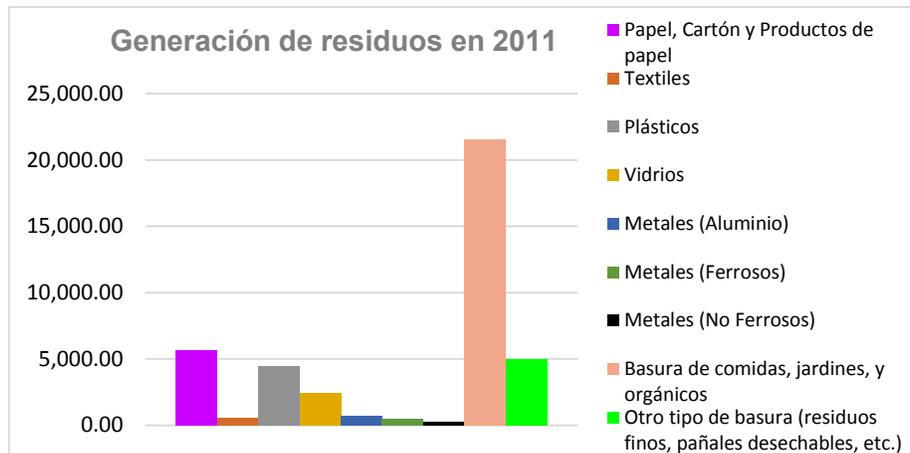


Figura 2. Generación por tipo de residuo en 2011.

2.3.2 Generación de Residuos por Habitante

Se estima que la generación de RSU por habitante, va en aumento ya que entre 1950 y 2011, el volumen de generación diario aumentó más de tres veces, pasando de 300 a 990 gramos en promedio. Si se evalúa anualmente, la generación por habitante pasó de 306 a 360 kilogramos entre 1997 y 2011, lo que equivale a un incremento promedio de 3.9 kilogramos por año (Fig. 3) (SEMARNAT, 2012).

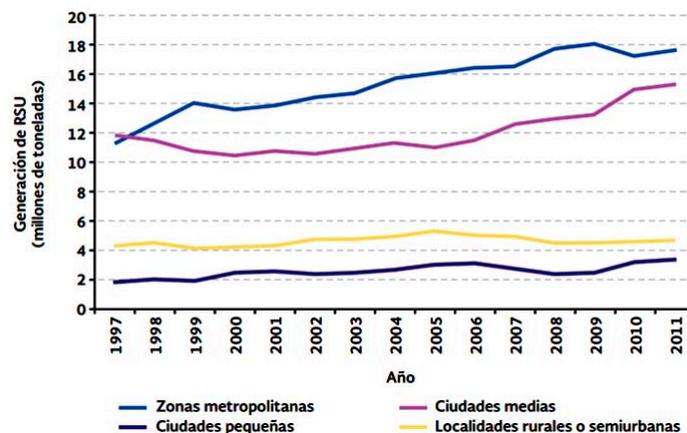


Figura 3. Generación de RSU (millones de toneladas) 2007-2011.

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

2.3.3 Generación de Residuos por Entidad Federativa

La generación de RSU por entidad, muestra que entre el Estado de México, el Distrito Federal y Jalisco generan el 33% de los RSU del país, mientras que los estados de Campeche, Colima y Nayarit presentan los valores más bajos de generación, con solo el 2% del total. Cabe señalar que 26 entidades federativas de las 32 existentes (82%), presentan valores de generación de residuos por debajo de 4,000 toneladas al día (INECC, 2012).

2.4 Problemática de los Residuos Orgánicos

Los daños provocados por el aumento en la generación de residuos, traen como consecuencia diversos cambios que pueden empeorar el nivel de vida, esto ocasionado por la contaminación de agua y suelo, producción de malos olores, destrucción del paisaje y los recursos naturales, por lo que en este apartado se presentan algunas problemáticas ocasionadas por el manejo inadecuado de los residuos orgánicos.

2.4.1 Problemas de Salud

Los efectos de los RSU en la salud pueden ser de dos tipos: directos e indirectos.

- Efectos Directos

Las personas más expuestas a los efectos directos ocasionados por los RSU son aquellas que se encuentran en contacto continuo con los desechos, se trata principalmente de trabajadores de limpieza, pepenadores, población aledaña a los sitios de disposición final, entre otros. Los efectos principales son las enfermedades gastrointestinales y respiratorias así como lesiones en la piel causadas por bacterias y hongos (Rivera-Sánchez, 2005).

La acumulación de residuos en sitios inadecuados favorece la proliferación de fauna nociva como son las moscas, mosquitos, cucarachas, roedores (ratas y ratones), perros, gatos etc., muchos de ellos son vectores o portadores de diversas enfermedades que afectan a la salud humana (Cuadro 2) (Rivera-Sánchez, 2005).

Cuadro 2. Enfermedades relacionadas con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos

Vectores	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Roedores	A través de mordedura, orina y heces A través de las pulgas que viven en el cuerpo de las ratas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis
Moscas	Por vía mecánica (a través de alas, apéndices y cuerpo) A través de las heces y la saliva	Fiebre tifoidea Salmonelosis Cólera Amebiasis Disentería Giardiasis
Mosquitos	A través de la picadura de un mosquito hembra	Malarias Leishmaniasis Fiebre amarilla Dengue Filariasis
Cucarachas	Por vía mecánica (a través de las alas, apéndices y cuerpo) y por la heces	Fiebre tifoidea Cólera Giardiasis
Cerdos	Por ingestión de carne contaminada	Cisticercosis Toxoplasmosis Triquinosis Teniasis
Aves	A través de las heces	Toxoplasmosis

Fuente: Manual de saneamiento y protección ambiental para los municipios. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, DESA/UFMG. Fundación del Estado para el Medio Ambiente. FEMA/MG, 1995. Citado en: Acurio, *et. al.*, 1997.

- Efectos Indirectos

Los efectos indirectos de los residuos sólidos en la salud son ocasionados principalmente por la contaminación de mantos acuíferos por lixiviados. Cuando estos depósitos son utilizados para el suministro de agua potable pueden causar daños a las personas que la ingieren (Rivera-Sánchez, 2005).

2.4.2 Problemas ocasionados al Ambiente

Los compuestos provenientes de los residuos pueden ser relativamente inertes e inofensivos, pero existen un gran número de ellos que pueden causar serios daños, aún en pequeñas concentraciones.

- Formación de Lixiviados

La formación de lixiviados se da a partir del contacto entre los residuos orgánicos y/o sólidos urbanos y el agua, formándose una solución rica en elementos contaminantes que al desplazarse verticalmente llegan al subsuelo (SEMARNAT, 2001).

La formación de lixiviados se da de cuatro formas diferentes:

1. A partir de agua de lluvia que cae directamente sobre los residuos.
2. Agua que se mueve horizontal al suelo y que llega directamente al sitio donde se encuentran almacenados los residuos.
3. Contacto directo de las aguas subterráneas con los residuos por la elevación del nivel piezométrico.
4. Aporte o derrame de líquidos en el sitio de disposición de los residuos.

La composición de un lixiviado es muy compleja, aunque pueden tener características químicas comunes, por estar en combinación con diversos residuos, en general presentan gran cantidad de hidrocarburos solubles, nitrógeno orgánico y amoniacal, metales pesados como: cadmio (Cd), níquel (Ni), zinc (Zn), plomo (Pb) etc., además de una gran demanda química de oxígeno y presencia de salinidad elevada, debido a estas características es posible la contaminación de las aguas subterráneas por lixiviados, causando serios problemas a los organismos que se encuentran en el suelo, puesto que pueden ser inhibidos o eliminados, rompiendo el equilibrio bioquímico del suelo, por otra parte los compuestos químicos presentes en los lixiviados pueden ser transportados del suelo al aire o a los cuerpos de agua y de esta manera entrar en contacto, con un gran número de organismos produciendo efectos adversos a la salud humana y a los ecosistemas. (SEMARNAT, 2001).

- Formación de biogás

El biogás resultante de las actividades bioquímicas presentes en el sitio de disposición final está compuesto de varios gases presentes en grandes cantidades (gases principales) y de varios gases en pequeñas cantidades (oligogases). Los gases principales provienen de la descomposición de los materiales orgánicos. Algunos de los oligogases presentes pueden ser tóxicos y podrían representar riesgos para la salud pública (SEMARNAT, 2001).

Los gases principales presentes son:

- Amoniacal (NH_3).
- Dióxido de carbono (CO_2).
- Monóxido de carbono (CO).
- Hidrógeno (H_2).
- Sulfuro de hidrógeno (H_2S).
- Metano (CH_4).
- Nitrógeno (N_2).
- Oxígeno (O_2).

La generación de biogás representa no sólo un factor de riesgo en función de su toxicidad y de su explosividad (bajo ciertas condiciones), sino también una fuente importante de generación de

problemas ambientales entre los que destacan daños a la atmósfera por su contribución al calentamiento global, al suelo y a los cuerpos de agua por la contaminación con diversas sustancias químicas (SEMARNAT, 2001).

2.4.3 Problemas Económicos

Con respecto a los problemas económicos ocasionados por el manejo incorrecto de los Residuos Orgánicos no se tiene información, debido a que no se les ha dado el aprovechamiento adecuado y tampoco se les da una valorización (precio) como en el caso de los otros residuos.

2.4.4 Tratamiento para el aprovechamiento de los Residuos Orgánicos

La fracción orgánica de los RSU generados en el país es de aproximadamente el 50% del total de los residuos (SEMARNAT, 2006), si se empleará algún tratamiento se podría disminuir significativamente la cantidad de RSU que son depositados o confinados en los tiraderos municipales o rellenos sanitarios, y a su vez reducir o minimizar las afectaciones que estos ocasionan (MMyA, 2010).

A continuación se muestran algunos de los tratamientos empleados para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

2.4.4.1 Físico

Se denomina tratamiento físico aquel en el cual se da la reducción de tamaño (molido) y de volumen (prensado), el secado y la separación por medios mecánicos (SEMARNAT, INE, GTZ, 2006).

El tratamiento físico es empleado en los residuos provenientes de la poda, puesto que al reducir el tamaño (molienda) de los materiales se facilita la degradación de estos.

2.4.4.2 Biológico

Se conoce como tratamiento biológico aquel que cambia la estructura química del residuo a través de la acción de seres vivos. Este tratamiento se puede dividir, según el tipo de reacción principal (aeróbico o anaeróbico), esto de acuerdo a la dependencia de oxígeno en el proceso (SEMARNAT, INE, GTZ, 2006).

a) Compostaje

El compostaje se define como la descomposición biológica aeróbica de los constituyentes orgánicos de los residuos (Capistrán, *et al.*, 2001), que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando fases mesófilas (temperatura media y humedad) y termófilas (temperatura superior a 45%), transforma los residuos orgánicos, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato (PNUD, 2002), el cual no

representa riesgo sanitario para el medio ambiente y la sociedad (SEMARNAT, INE, GTZ, 2006).

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar los residuos orgánicos, con el cual se obtienen beneficios económicos y ambientales (MMyA, 2010).

a) Lombricompostaje o Vermicompostaje

El lombricompostaje o vermicompostaje puede definirse como la cría masiva, sistemática y controlada de lombrices. Es una técnica que involucra varios procesos biológicos, que aceleran la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición y lo convierte en abono para las plantas (Capistrán *et. al.*, 2001).

A diferencia de otras técnicas de compostaje, el proceso de lombricompostaje toma provecho de las cualidades biológicas y fisiológicas de las lombrices para potenciar la descomposición aeróbica de la materia orgánica (Capistrán *et. al.*, 2001).

El lombricompostaje es un proceso sencillo que no requiere de equipos costosos, el cual permite el aprovechamiento y reciclaje de los residuos orgánicos, con lo que se disminuye la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final, además de un producto que puede ser utilizado como abono orgánico, obteniendo así beneficios económicos y ambientales (Capistrán *et. al.*, 2001).

b) Digestión Anaerobia

La digestión anaeróbica es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso se lleva a cabo en biodigestores, en donde se aprovecha esta liberación de los gases producidos para luego ser usados como combustible. La intensidad y duración del proceso anaeróbico varía dependiendo de diversos factores, entre los que se destacan la temperatura y el pH del material biodegradado (MMyA, 2010).

Uno de los productos obtenidos es el biogás, el cual es producido durante el proceso de fermentación anaerobia de la fracción orgánica de los residuos. Está compuesto principalmente por Metano (CH_4) y Dióxido de Carbono (CO_2), además de otros gases en cantidades menores.

La utilización de biogás puede sustituir al gas propano y al diesel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración. En el sector rural el biogás puede ser utilizado como combustible en motores de generación eléctrica para autoconsumo. Puede también usarse como combustible para hornos de aire forzado, calentadores y refrigeradores

de adsorción. La conversión de aparatos al funcionamiento con gas es sencilla. La producción de biogás es permanente, aunque no siempre constante debido a fenómenos climáticos (MMyA, 2010).

Con el empleo de este tratamiento los residuos orgánicos se convierten en fertilizante y biogás el cual evita que el gas metano esté expuesto, ya que es considerado uno de los principales componentes de los gases de efecto invernadero obteniendo así beneficios ambientales y económicos.

Capítulo 3. Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Instituciones de Educación Superior (IES).

En 1999, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), propuso integrar el desarrollo sustentable en la agenda de las Instituciones de Educación Superior (IES), y en el 2000 en conjunto con la SEMARNAT, publicaron el *“Plan de Acción para el Desarrollo Sustentable de las IES”* (ANUIES y SEMARNAT, 2000), con el objetivo de lograr un escenario de las IES hacia el 2020. Posteriormente en diciembre de 2002, la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas (ONU) aprobó la Resolución 57/254, en la que se estableció que en el período de 2005 a 2014 sería el *“Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible”* (ONU, 2002). Derivado de esto en México la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la SEMARNAT firmaron, en marzo de 2005, el *“Compromiso Nacional por la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable”* (SEMARNAT y SEP, 2005).

Es a partir de las reuniones antes mencionadas y las firmas de los convenios, que en México diversas IES han implementado el Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS), o Planes de Manejo de los Residuos Sólidos (PMRS) con el fin de crear hábitos para la correcta separación de los RSU en los grupos estudiantiles, algunos de ellos se presentan a continuación:

3.1 Universidad Nacional Autónoma de México

3.1.1 Programa Universitario del Ambiente (PUMA)

A finales de 1991 se creó el Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA) con la misión de apoyar, promover, coordinar e impulsar actividades con entidades académicas, gubernamentales y la sociedad, orientadas a investigar y difundir los temas ambientales, y del desarrollo sustentable (Torres-Vázquez, 2010).

3.1.1.1 Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos en el Campus Universitario

Subprograma que se implementó en 1993 bajo el monitoreo del PUMA, logrando iniciar el almacenamiento y clasificado de siete tipos de residuos (papel, cartón, vidrio, plástico, metal, orgánicos y todos los demás). Lamentablemente este programa solo duró seis años, ya que se presentaron problemas operativos y a la poca participación de la comunidad universitaria (Torres-Vázquez, 2010).

3.1.2 Plan Estratégico de Residuos Sólidos en CU: “Por UNAmbiente sin basura”

El 23 de septiembre de 1993 se publicó el acuerdo que creó el Comité Asesor de Salud, Protección civil y Manejo Ambiental, Organismo Universitario, el cual instruyó al PUMA, para

realizar el Plan Estratégico de Manejo de Residuos Sólidos en CU, denominado. “*Por UNAMbiente sin basura*”.

Tras la entrada en vigor de la Ley de Residuos Sólidos del distrito Federal, en junio de 2006, el PUMA presentó los avances del Plan, en donde establecieron como estrategia llevar a cabo un programa de trabajo que constaría de dos etapas:

Primera etapa: Sensibilizar y capacitar a universitarios con respecto a la importancia de separar la basura mostrando voluntad institucional y realizando modificaciones a la infraestructura. Como principales acciones se plantearon las siguientes:

- ✓ Talleres dirigidos a Intendentes, Jefes de Servicio, Jefes de Unidad y Secretarios Administrativos (455 personas capacitadas)
- ✓ Modificación de Infraestructura (contenedores y camiones) en 2 grandes rubros: residuos orgánicos (color verde) y residuos inorgánicos (color gris).
- ✓ Evaluación del impacto de la primera etapa.
- ✓ Conclusiones

Segunda etapa: Concientizar a la población universitaria para lograr su participación en la separación adecuada de los residuos sólidos, con el objetivo de incrementar el potencial de reutilización y disminución del volumen de residuos que se envía a disposición final (Torres-Vázquez, 2010).

3.1.3 Estudios de Generación de residuos en CU.

A finales de 2006 el PUMA convocó a la comunidad universitaria y al público en general a participar en un concurso para la elaboración del diseño de un Sistema de Optimización para el Adecuado Manejo (recolección separada) de Residuos Sólidos en CU, dicho concurso lo ganó el grupo de investigación especializado en Manejo de Residuos Sólidos del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Ambiental de la UNAM.

Propusieron contar con un sistema que lograra la optimización del manejo de los residuos sólidos generados en CU, realizando previamente un diagnóstico del manejo actual de los residuos y de esta manera complementar la propuesta (Torres-Vázquez, 2010).

3.1.4 Plan Maestro de Manejo Integral de Residuos Sólidos en CU.

El Posgrado de Ingeniería Ambiental elaboró la propuesta de un Plan Maestro de Manejo Integral de Residuos Sólidos en CU en tres etapas que se describen a continuación:

En la **Primera Etapa** se elaboró un estudio de diagnóstico, el cual comprendería las siguientes subetapas:

- ✓ Estudio de Generación y Caracterización de los Residuos Sólidos.
- ✓ Análisis del almacenamiento separado.
- ✓ Análisis de la eficiencia de la recolección.
- ✓ Análisis del reciclaje de residuos comerciables.

Para la **Segunda Etapa** se planteó el Programa de Optimización del Almacenamiento y Recolección, abarcando las siguientes temáticas:

- ✓ Análisis de las rutas de recolección actuales.
- ✓ Estudio de tiempos y movimientos de la recolección.
- ✓ Propuesta de mejoramiento del almacenamiento separado.
- ✓ Propuesta de optimización de la recolección.

Finalmente en la **Tercera Etapa** se propuso que se llevará a cabo el Programa de Aprovechamiento de Residuos y de Educación Ambiental, en el cual se desarrollarían las siguientes actividades:

- ✓ Estudio técnico y económico para el aprovechamiento de residuos sólidos generados en el campus.
- ✓ Proyecto de infraestructura para el aprovechamiento de residuos sólidos generados en el campus.
- ✓ Programa de educación ambiental para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en CU.

Hasta enero de 2010 únicamente se habían realizado los puntos descritos en la primera etapa (Torres-Vázquez, 2010).

3.1.5 Empresa ECOBAU: Recolección de Botellas de Plástico (PET) en CU.

Derivado de la problemática de los residuos sólidos y la contaminación que se genera en CU, en febrero de 2004 una organización estudiantil integrada por alumnos de la Facultad de Ingeniería y Contaduría, crea la empresa Ecología y Balance Universal S. A. de C. V. (ECOBAU), la cual implementó un programa piloto de acopio de botellas de PET en sus respectivas facultades, dicho programa consistió en la colocación de contenedores en puntos críticos de generación de residuos sólidos para el acopio del material.

Debido al impacto y la participación estudiantil hacia el proyecto se consiguió el apoyo de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC) y en febrero de 2008 se estandarizó el programa en toda Ciudad Universitaria a través del PUMA (Torres-Vázquez, 2010).

3.2 Universidad Autónoma Metropolitana Campus Azcapotzalco

La Universidad Autónoma Metropolitana campus Azcapotzalco (UAM-A) en octubre del 2003, puso en marcha el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos “SeparAcción por un mejor UAMbiente”. Algunas de las acciones enmarcadas en el Plan Institucional Hacia la Sustentabilidad han sido el Programa de Ahorro de Energía, la Protección y Cuidado de Áreas Verdes, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, y el Programa de Compras “Verdes”. Los resultados que se han obtenido con este plan de manejo son favorables y siguen incrementándose, hasta el año 2012 y desde el 2005 han mandado a reciclar 75 942 Kg de materiales que incluyen cartón, papel, envases laminados, vidrio, PET y aluminio. (Espinosa, 2008).

3.3 CINVESTAV-Mérida

En el CINVESTAV-Mérida fueron caracterizados los RSU generados durante tres años, demostrando que los residuos estaban conformados por 48 % de materia orgánica, 20 % de cartón y papel, 8 % de PET y plásticos diversos, 5 % de envases de vidrio y cristalería de laboratorio rota, 2 % de latas de aluminio y 17 % de residuos difíciles de clasificar además mostró que mediante un programa de separación de subproductos en el 2003, se logró reducir en un 67 % el volumen de la basura enviada al relleno sanitario de la ciudad de Mérida (Maldonado, 2006)

3.4 Universidad Autónoma de Baja California Campus Mexicali I

En el Campus Mexicali I de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se realizó un estudio con el propósito de conocer la cantidad de residuos que se generaban y así poder determinar el potencial de reducción y reciclaje de estos residuos, reportando que se generaba una tonelada de residuos diarios. En otra parte del estudio determinaron que el potencial de reciclaje en edificios académicos y administrativos correspondió a un 33%, mientras que para los generados en jardines fue un 80% y los procedentes del área de cafetería a un 54% (Armijo, 2006).

3.5 Universidad Iberoamericana (UIA)

A principios de los años noventa en la UIA se presentan las primeras iniciativas ambientales con la creación del diplomado Ecología, Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, el subsistema

Sociedad, Desarrollo y Medio Ambiente en la carrera de Relaciones Internacionales y la conformación de la Comisión de Medio Ambiente.

En 1998 desapareció la Comisión de Medio Ambiente y se creó el Programa de Medio Ambiente (PMA), con la finalidad de contar con una instancia de coordinación y colaboración entre las distintas entidades académicas y administrativas de la institución, dentro de dicho programa se implementó el Sistema de Manejo Ambiental (SMA), el cual consiste en una serie de políticas y procesos integrados y continuos con la finalidad de reducir el impacto ambiental que se derivan de las actividades que se desempeñan en dicha universidad.

Dentro de los objetivos del SMA se pretende hacer un uso eficiente de los recursos, manejar adecuadamente los residuos y cumplir con las normatividad en materia ambiental, para mejorar las condiciones dentro del plantel. Para cumplir con los objetivos se dividió el SMA en 10 áreas de operación que se enumeran a continuación:

1. Agua
2. Compras
3. Edificios
4. Espacios abiertos
5. Energía
6. Materiales y residuos peligrosos
7. Protección civil
8. Residuos sólidos
9. Servicios de Alimentos
10. Transporte y estacionamientos

A partir del 2004 el área de residuos sólidos realiza la separación de los residuos en tres categorías: orgánicos, inorgánicos y sanitarios, esto en respuesta a la entrada en vigor de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, además se realiza la separación de residuos reciclables en contenedores de diferentes colores para cada tipo de material, papel y cartón (amarillo); plástico PET (azul) y latas de aluminio (gris), posteriormente estos residuos se almacenan para enviarse a empresas especializadas en el reciclaje (Universidad Iberoamericana, 2004)

3.6 Tecnológico de Monterrey (Campus Monterrey)

En 1991, se creó el Comité de Reciclaje con el objetivo de definir, coordinar, implementar y evaluar las propuestas del campus con respecto al programa de reciclaje. A través de este programa se busca promover la cultura de la limpieza y separación de materiales, con lo cual se impactará en la preservación del ambiente.

Los departamentos involucrados en este programa son:

1. Servicios alimentarios
2. Residencias
3. Aseo y Jardines
4. Servicios generales
5. Desarrollo Estudiantil
6. Programa Campus Sostenible
7. Librería TEC
8. Amigos de la naturaleza
9. Federación de estudiantes del Tecnológico de Monterrey
10. Consejo Acciones por México.

Dentro de las actividades que se realizan en este comité se encuentran las siguientes:

- a. Separación de desperdicios en plazoletas y andadores;
- b. Separación de papel desde su origen.
- c. Separación de papel confidencial.
- d. Separación de desperdicios en cafeterías y comedores.
- e. Separación de desperdicios en Residencias Estudiantiles.
- f. Separación de aceite residual de cafeterías para la producción de biodisel oficiales.
- g. Recolección y Acopio de pilas alcalinas.
- h. Planta de tratamiento de aguas residuales.
- i. Se promueve el uso de termos y cilindros rellenables (Refill de bebidas), además del uso de vasos desechables biodegradables.
- j. Proyecto de composteo de residuos orgánicos con lombrices.
- k. Programas (Programa de voluntarios, Programas de capacitación y Programas de educación ambiental para estudiantes a través de amigos de la naturaleza).
- l. Difusión (Generación de estadísticas, Publicación de información en el periódico interno "Panorama", revistas, posters y folletos y Desarrollo de Material Audiovisual para promoción del Reciclaje y del Comité).

Con estas actividades se ha logrado la consolidación de los programas de separación de basura, la integración de áreas operativas, centros de investigación, departamentos académicos y grupos estudiantiles como miembros del comité, el establecimiento del programa de *refill* de refrescos, aguas frescas o café para disminuir el uso de materiales desechables y el establecimiento y consolidación del programa de Separación de pilas entre otros (Tecnológico de Monterrey, 1991).

Capítulo 4. Fundamentos del Plan de Manejo Integral de los Residuos de la FESI

La Facultad de Estudios Superiores Iztacala, genera aproximadamente ocho toneladas de residuos a la semana en período semestral y cuatro toneladas en período intersemestral, lo que representa un importante volumen de RSU, lo que hace necesario el diseño e implementación de una estrategia de manejo integral de dichos residuos.

4.1 Fundamentos normativos para la separación de RSU y de Manejo Especial en la FESI

En México, al igual que en muchos otros países, existe el interés de la sociedad por atender los problemas ambientales, en este contexto y con la finalidad de evitar el deterioro ambiental el gobierno ha establecido diversos lineamientos jurídicos en materia de residuos, en dichos lineamientos se establecen las atribuciones de cada orden de gobierno (Federal, Estatal, del DF y Municipal) sobre el manejo de los residuos, por lo que a continuación se muestran algunos lineamientos de orden Federal y estatal.

a) Orden Federal

El marco legal a nivel federal en materia de residuos sólidos urbanos que debe aplicarse en el país está fundamentado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, le siguen los tratados internacionales, seguidas de las leyes secundarias, de las cuales se desprenden sus reglamentos. Las disposiciones jurídicas también incluye a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que regulan aspectos específicos y son de cumplimiento obligatorio, así como las Normas Mexicanas (NMX) que sirven como referencias y que son de tipo voluntario, a menos que se indiquen su uso en una norma oficial.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 115 fracción III, inciso c, establece que: “Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. Es el caso que los residuos que se generan en nuestra Facultad son recolectados por el servicio de limpia del gobierno municipal de Tlalnepantla, Estado de México, para llevarlos al sitio de disposición final (Relleno sanitario de Tlalnepantla de Baz).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La presente Ley establece lo siguiente:

Es de competencia Federal: a) Formular, conducir y evaluar la política nacional y elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR), b) Expedir reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en materia de manejo integral de Residuos

Peligrosos, sitios contaminados, identificación de Residuos Peligrosos, desempeño ambiental de RSU y RME y planes de manejo, entre otros y c) La regulación y el control de los residuos peligrosos.

Es de competencia Estatal: a) Elaborar los Programas Estatales de RME, b) Elaborar y publicar leyes y reglamentos para el manejo de los RME y RSU, c) Establecer el registro de los Planes de Manejo de RME y d) Autorizar los Planes de manejo integral de los RME.

Es de competencia Municipal: a) Elaborar un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de RSU, b) Elaborar y publicar reglamentos para regular los RSU de su competencia, c) Prestar el servicio público para el Manejo Integral de RSU, o concesionarlo a particulares, d) Otorgar autorizaciones y concesiones en el caso de que el manejo integral lo realicen particulares y e) Efectuar el cobro por el pago de servicios de las actividades de manejo integral de RSU.

En su *Artículo 9* se establecen las acciones que deben realizar las entidades y municipios para promover la reducción de la generación, valorización y gestión integral de RSU y de manejo especial, ya que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de RSU (*Artículo 10*). Con respecto a la separación de los residuos en el *Artículo 18* se menciona que los RSU podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos, esto para facilitar su manejo.

El *Artículo 28*, menciona que es obligación de los grandes generadores formular y ejecutar un Plan de Manejo de sus residuos. La Facultad se clasifica como gran generador, puesto que produce aproximadamente ocho toneladas de RSU por semana, superando fácilmente el límite mínimo de los grandes generadores, que es de más de 10 toneladas de residuos al año, razón por la cual la FESI se encuentra en la necesidad de elaborar su propio Plan de Manejo.

Al elaborarse el Plan de Manejo de la Facultad, se buscará que sea integral, promoviendo la participación de todos los sectores, así como la prevención de la generación y la valorización de los residuos, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo (*Artículo 27*, Fracción I).

b) Orden Estatal

La legislación en materia de RSU y RME que deben aplicar las autoridades estatales y municipales del Estado de México, se fundamenta básicamente en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México.

De la Constitución estatal se despenden leyes para el Estado de México y de éstas se emiten diversos reglamentos. Asimismo en el Estado de México se han expedido Normas Técnicas Ambientales en la materia que nos ocupa.

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México al referirse al poder público municipal, en el Artículo 122 señala que los ayuntamientos tienen las atribuciones que establecen la Constitución federal, ésta Constitución, y demás disposiciones legales aplicables. Así entonces los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos que señala la Carta Magna, reiterando que el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos estará a cargo de los municipios.

Código para la Biodiversidad del Estado de México.

El Código para la Biodiversidad del Estado de México fue el resultado de una serie de reuniones entre la Comisión de Protección Ambiental de la LV Legislatura del Estado de México y la Secretaría de Ecología de la Entidad, mediante las cuáles se logró regular la materia ambiental en un solo instrumento. Para la elaboración de este instrumento jurídico se tomaron en cuenta las siguientes iniciativas, la Ley de Biodiversidad y Fomento al Desarrollo Sostenible en el Estado de México, la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de México y la Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sostenible del Estado de México. Cabe destacar que todas las iniciativas fueron analizadas en su integridad y adicionadas al presente Código, adaptando su estructura y contenidos a este Ordenamiento.

El Código para la Biodiversidad está estructurado en siete libros, y es en el libro cuarto en donde se establece el manejo de los residuos en el Estado de México, excluyendo a los residuos peligrosos, que son de competencia federal.

Libro Cuarto. De la Prevención y Gestión Integral de Residuos

En el *Artículo 1* se menciona que el Código tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sostenible, regular la prevención de la generación, el aprovechamiento, la valorización y la gestión segura e integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Por tal motivo en el *Artículo 4.13* se establece que la Secretaría del Medio Ambiente en coordinación con las autoridades competentes promoverán e incentivarán la prevención de la generación, la separación, acopio y aprovechamiento, así como el tratamiento, eliminación y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

El *Artículo 4.19* dice que las escuelas e instituciones educativas de competencia del Estado están obligadas a incorporar contenedores para el depósito separado de RSU, en donde la autoridad educativa del Estado celebrará convenios con la Federación, para cumplir con lo antes mencionado. Para facilitar la segregación, manejo e integración de los inventarios de generación de RSU, el *Artículo 4.25* señala que los residuos se deberán separar en **orgánicos e inorgánicos** y subclasificar de conformidad con lo que disponga la LGPGIR y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes. Es obligación de todo generador separar los RSU y de manejo especial que sean entregados a los servicios de limpia. La obligación de separar los residuos inicia desde la fuente generadora para su recolección diferencial (*Artículo 4.44 Fracción IV*), con el fin de facilitar su disposición ambientalmente adecuada y ponerlos a disposición de los prestadores del servicio de recolección o llevarlos a los centros de acopio de residuos susceptibles de ser reciclados, según corresponda (*Artículo 4.61*).

Con respecto a los Planes de Manejo, el *Artículo 4.31* menciona que de acuerdo con lo establecido en la LGPGIR y el código que se estudia, los grandes generadores serán responsables de la formulación y ejecución de los planes de manejo. La misma obligación tendrán los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos, que al desechar sus residuos, se convierten en RSU o RME que se incluyan en los listados sujetos a planes de manejo de conformidad con la NOM-161-SEMARNAT-2011. Esta NOM-161 establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión en dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo correspondientes. Es de señalarse que si bien la FESI es un gran generador de RSU, dicha NOM no señala en su listado a las instituciones de educación superior como obligadas para efectos de los planes de manejo.

Por otra parte el *Artículo 4.43* establece que las personas físicas o jurídicas colectivas que generen RSU y RME, tienen la propiedad y responsabilidad de los residuos en todo su ciclo de vida incluyendo la recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final. Si el generador transfiere sus residuos a una empresa autorizada, el primero debe asegurarse de que no se haga un manejo inadecuado de los residuos, ya que se pueden ocasionar daños a la salud, al medio ambiente, a la biodiversidad o violaciones a las disposiciones legales aplicables, por lo que es obligación del generador verificar que los residuos lleguen a un sitio de disposición final autorizado.

Reglamento del Libro Cuarto del Código para la Biodiversidad del Estado de México

Este reglamento en su *Artículo 18* señala que la separación de RSU y de manejo especial se podrá realizar en tres diferentes categorías:

- I. **Reciclables limpios y secos:** Todos aquellos materiales de desecho que se pueden guardar limpios y secos, sin importar de que material sean.
- II. **Orgánicos:** Desechos biodegradables derivados de la preparación y consumo de alimentos y del mantenimiento de jardines, áreas verdes, corrales y huertas.
- III. **Sucios, Tóxicos y Sanitarios:** Desechos difíciles de manejar por estar sucios, ser tóxicos o provenir de sanitarios.

En el caso del Plan de Manejo para los RSU, el *Artículo 63* establece el contenido del plan, el cual se muestra a continuación:

- a) Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;
- b) La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;
- c) Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y
- d) Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

Para cumplir con el principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, el *Artículo 64* menciona que se podrá transmitir la propiedad de los residuos, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo.

Normas Técnicas Estatales

Por otra parte existen disposiciones normativas estatales de cumplimiento obligatorio en la Entidad, como la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.

La clasificación de las fuentes de generación de RSU y RME establecidos en la Norma en comento se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de las diferentes fuentes de generación de residuos

Fuente	Clase	Descripción	Tipo de residuos que genera
Doméstica	A	Viviendas, unifamiliares y multifamiliares	RSU
Comercial y de servicios	B	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, imprentas, estaciones de servicio, talleres, centros comerciales, terminales de transporte, bancos, escuelas, hospitales, reclusorios centros gubernamentales, etc.	RSU / RME
Industrial	C	Cualquier industria de la transformación	RME
Construcción y demolición	D	Obras de construcción, remodelación y demolición	RME
Agrícola	E	Granjas, campos agrícolas, etc.	RME

Para el caso de los RSU de origen doméstico, comercial y de servicios la clasificación es:

- a) **Reciclables limpios y secos.**
- b) **Orgánicos húmedos y composteables.**
- c) **Sucios, Tóxicos y Sanitarios.**

Y para los RME especial las categorías son:

- I. **Servicios de Salud.-** a) Papel, cartón, vidrio y plástico, b) Ropa clínica, sábanas y colchones, c) Orgánicos generados por la preparación de alimentos, d) Otros no considerados como peligrosos.
- II. **Servicios de transporte vehículos automotores.-** Motores, carrocerías, refacciones, llantas de desecho, envases metálicos y otros no considerados como peligrosos.
- III. Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (No considerados como peligrosos).
- IV. **Tiendas departamentales o centros comerciales.-** Cartón de embalaje, orgánico (frutas y verduras), sebo, hueso y desperdicio (carnicería), playo, mermas, tarimas de madera, papel, plásticos, aluminio y empaques.
- V. **Tecnológicos.-**
 - Eléctricos.- (tableros de control, equipo de aire, acondicionado, equipo de bombeo).
 - Electrónicos.- (radios de comunicación, teléfonos, electrodomésticos, faxes, pantallas).
 - Equipo e insumos de cómputo (CPU, monitores, impresoras, scanner, teclados, mouse, cartuchos de tóner y tinta).

Esta Norma es de observancia obligatoria y aplica para todos los generadores como son: casas habitación, establecimientos comerciales y de servicio, tianguis y mercados sobre ruedas, instituciones de gobierno, escuelas, hospitales, centros penitenciarios, así como todo tipo de industria que genere RSU y de manejo especial en el Estado de México, con el propósito de lograr la mayor recuperación y aprovechamiento de los residuos y la minimización del flujo que es enviado a los sitios de disposición final.

En general, la separación de residuos en la fuente de origen se refiere a las actividades de manipulación de los residuos en las cuales son separados de acuerdo a sus características o lineamientos establecidos por el marco normativo y colocados en contenedores utilizados para su almacenamiento temporal hasta que sean entregados al servicio de recolección o llevados a algún centro de acopio para su reciclaje.

La separación de los subproductos de los residuos sólidos, tales como papel, cartón, aluminio, vidrio, envases de plástico entre otros, en la fuente de origen es una actividad eficaz para lograr la recuperación y aprovechamiento de estos materiales.

4.2 Planes y Programas gubernamentales de manejo de los RSU

En este apartado se investigaron los planes y programas gubernamentales para el manejo de los RSU y RME. A nivel nacional se tiene el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2009-2012, mientras que a nivel estatal se encuentra publicado el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR) 2009.

4.2.1 Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2009-2012

La iniciativa de realizar el Programa Nacional surge de la elaboración y publicación en el año 2006, del Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR), y de la realización de cinco talleres de consulta pública, dos llevados a cabo en el Distrito Federal y uno en Guadalajara, otro en Saltillo y el último en Quintana Roo. Está asociado a la presentación del programa “100 acciones para los primeros 100 días de gobierno”, propuesto por la administración del entonces Presidente Felipe Calderón. Dentro de estas acciones se reunieron una serie de propuestas concretas para atender los problemas más urgentes de la Nación.

Las acciones del gobierno federal fueron divididas en cinco ejes rectores, dentro de los cuales se encontraba el cuarto eje, orientado a la búsqueda del Desarrollo Sustentable. En este contexto, la SEMARNAT presentó el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los

Residuos (PNPGIR) 2009-2012, para cumplir con la *Acción 87: “Delinear una estrategia para la gestión integral de los residuos en nuestro país y elaborar un programa para el manejo de los residuos en México”*.

Este programa se basa fundamentalmente en los principios de reducción, reutilización y reciclado de los residuos, en un marco de sistemas de gestión integral, en los que aplique la responsabilidad compartida y diferenciada entre los distintos sectores sociales y productivos del país.

Con la aplicación del PNPGIR se buscaba contribuir en la solución de los problemas ambientales relacionados con los residuos, a través de la planeación, desarrollo y aplicación de acciones de índole jurídica, técnica, financiera, ambiental, social, educativa, de acceso a la información, y de desarrollo tecnológico, entre otros que conformaban la gestión integral de los residuos (PNPGIR, 2009).

4.2.2 Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR) 2009

El presente Programa se fundamenta en el Código para la Biodiversidad del Estado de México, así como la LGPGIR, ambos ordenamientos conceden la atribución al Gobierno del Estado de México para elaborar su propio programa. Asimismo el Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011 también lo contemplaba.

La aplicación del programa se programó a corto plazo (seis años) a partir de su publicación y entrada en vigor, y lo deberían llevar a cabo todas las personas físicas y morales, públicas y privadas de la entidad, quienes generen, almacenen, recolecten, transfieran, transporten, procesen, dispongan o manejen de cualquier forma RSU y RME en los términos de la LGPGIR.

Los objetivos propuestos en el PEPGIR fueron:

- 1.- Instrumentar los principios de las Políticas Públicas relativas al manejo de los RSU y RME en el Estado de México.
- 2.- Establecer la política de RSU y RME en el Estado México, como base para las acciones entorno a la Gestión Integral de Residuos en la Entidad.
- 3.- Proporcionar el marco de referencia para la Gestión Integral de RSU y RME en el Estado de México, así como una línea base de la información para la planeación.
- 4.- Establecer los lineamientos básicos que los municipios, las personas físicas y morales, así como las instituciones públicas y privadas deban cumplir para permitir a la entidad la Gestión Integral de Residuos.

5.- Establecer los programas específicos para la aplicación de los instrumentos de la Política Ambiental y de Residuos, ejecutados por el Gobierno del Estado de México (PEPGIR, 2009).

Capítulo 5. Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI

En la FESI se tienen documentados diversos esfuerzos para el manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos, que han servido como base para el desarrollo del Plan de Manejo Integral que ahora proponemos.

5.1 Antecedentes del Plan de Manejo Integral de RSU en la FESI

Se investigó si en administraciones anteriores, se había implementado algún plan o programa de separación de RSU en la FESI, encontrando únicamente el Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA).

5.1.1 Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA)

En 1994 en la entonces Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Campus Iztacala, hoy Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), se estableció un programa estratégico institucional denominado Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA), el cual estuvo conformado por un equipo multidisciplinario de investigadores ambientalistas (Hernández *et, al.*, 2002).

Los objetivos generales del programa fueron:

- a) Aumentar la valoración que la comunidad iztaccalteca y usuarios de los servicios del campus expresan de diversas maneras hacia la propia institución.
- b) Evaluar las opiniones y manifestaciones conductuales de la comunidad del campus respecto de su ambiente.

El PROFIA se dividió en cuatro grandes subprogramas:

Fortalecimiento de la identidad. Para desarrollar la identidad institucional se pretendió que la comunidad de la ENEP Iztacala se sintiera orgullosa de su Facultad y así poder reflejar un ambiente agradable.

Para concientizar a la comunidad de la problemática ambiental se trabajó en el fortalecimiento de la identidad a través de múltiples recursos educativos, con los cuales se promovió el conocimiento de la historia del lugar, sus símbolos y sus valores.

Mejoramiento del ambiente. Este proyecto tuvo como finalidad desarrollar acciones permanentes para mejorar y rehabilitar las instalaciones del Campus, algunas de ellas fueron: mejoramiento de las áreas verdes; dignificación de aulas, laboratorios, oficinas, áreas de trabajo y servicios sanitarios; manejo adecuado del agua; ahorro de energía; manejo de la fauna

benéfica y nociva; manejo de los residuos sólidos urbanos; manejo de materiales y residuos peligrosos.

Jardín Botánico Regional Integral Iztacala (JABRIIZ). En este apartado se propuso realizar acciones permanentes de mantenimiento, limpieza, restauración, reforestación y saneamiento vegetal, así como crear en áreas específicas del Campus, un museo de sitio didáctico con zonas de vegetación representativas de los principales ecosistemas del Estado de México.

Centro Ecológico de Formación Ambiental Omeyocan, A. C. En este proyecto, se orientó a la formación ambiental de la comunidad. Fue un espacio permanente para las actividades recreativas de sensibilización, educación, formación e investigación ambiental para el público en general. Como parte del seguimiento del PROFIA, Hernández en 1999 realizó una investigación para explorar la percepción ambiental de los universitarios que formaron parte de su discurso expresado en dos encuestas de opinión aplicadas en 1995 y 1998.

El instrumento de evaluación fue elaborado por un grupo multidisciplinario de investigación ambientalista, diseñado con preguntas abiertas y cerradas, se aplicó a más de 1300 personas y el análisis de dicho instrumento fue de manera cualitativa y cuantitativa.

A continuación se presentan únicamente los resultados referentes a los residuos sólidos de la ENEP Iztacala.

- *Limpieza de la ENEP Iztacala.* En 1995 fue percibida como buena en el 51% de los casos, mientras que el 41.3% la consideró regular, 3.9% mala y sólo el 2.9% la calificó como excelente. En 1998 disminuyó cuatro puntos porcentuales la calidad de la limpieza en la categoría buena y aumentó en regular casi seis puntos porcentuales.
- *Relevancia al problema de la basura.* En 1995, el 50% de los encuestados consideraron que era preocupante, sin embargo el 44.3% creyó que estaba controlado y el 3.2% consideró que no era importante. En 1998 el 54% consideraba que sí era importante y el 42% lo consideró controlado, por tanto se puede decir que aumentó ligeramente la percepción.
- *Criterios para separar y reciclar los desechos sólidos.* El 52% de la comunidad conocía cuáles eran los criterios para separar y reciclar, organizándolos de la siguiente manera: el 44.7% orgánica e inorgánica, 33.3% vidrio, 28.5% papel mixto, blanco y cartón, 24.5% metal y aluminio y 23.3% plástico entre los principales. En 1998 los criterios reportados por la mayoría fueron los siguientes: 64.1% metal, vidrio y plástico, 53.2% orgánica e

inorgánica, 35.8%, biodegradable y no degradable, 27.9% papel blanco, mixto y cartón, y 25.5%, desechos sólidos, químicos y alimentos. Además del reactivo abierto se agregaron dos criterios nuevos, que fueron los materiales punzocortantes que se generan principalmente en las clínicas (1.1%) y los residuos biológico infecciosos (0.4%).

- *Separación de basura.* En 1995, el 53.8% afirmó separa la basura. En 1998 se observó un aumento a 80%. Aunque el destino de los desechos una vez separados es desconocido.
- *Uso de contenedores.* El 48.6% de la muestra de 1995 reportó el uso de contenedores disponibles en la Escuela para separar el papel mixto y blanco con el propósito de comercializarlo para su reciclaje. En 1998 el 88% afirmó usar los contenedores (Silva y Aragón, 2002).

5.2 Percepción de los alumnos sobre el manejo de los RSU en la FESI

Para conocer la percepción actual de los alumnos de la FESI sobre el manejo de los RSU, en el presente trabajo durante el semestre 2014-1, se realizó un cuestionario de diez preguntas cerradas (Anexo 1). Este instrumento se aplicó a 345 alumnos de las seis carreras presentes en la facultad (Biología, Cirujano Dentista, Médico Cirujano, Enfermería, Optometría y Psicología), de los cuales 213 fueron respondidos por mujeres (61.7%), 126 por hombres (36.5%) y seis personas que no especificaron el género (1.5%) como se muestra en la Figura 4. Cabe mencionar que de la población total de alumnos del sistema escolarizado en el semestre 2014-1, el 65.6% correspondía a alumnas, mientras que los alumnos conformaban el 34.4%, (Dávila, 2014), por lo que la muestra tomada en este ejercicio refleja la proporción de alumnos y alumnas inscritos en la Facultad. Como se puede apreciar, en la población muestra, más del 60% de la población encuestada corresponde a mujeres.

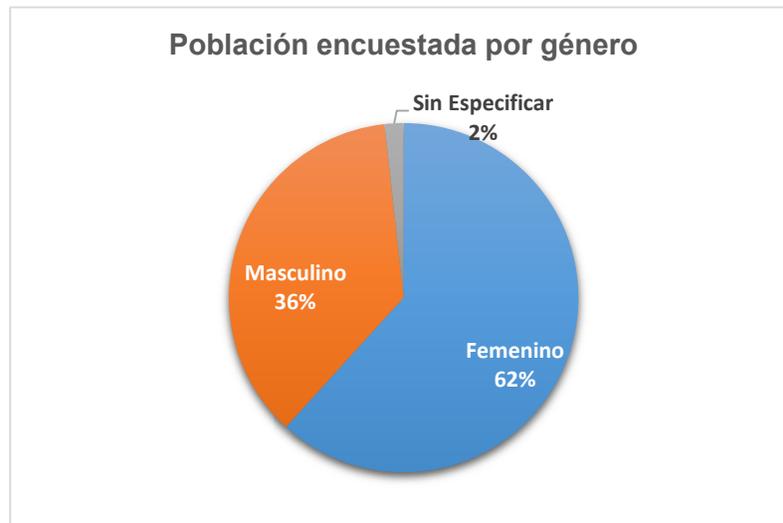


Figura 4. Distribución de la población encuestada de la Facultad

La primera pregunta del cuestionario fue, *Los residuos en la FESI se clasifican en*, a lo que los encuestados respondieron de diversas formas. El 71% contestó que los residuos se separan en orgánicos e inorgánicos (Fig. 5). Como se puede observar, la mayoría de los encuestados saben que la separación de los residuos debe realizarse de forma primaria (orgánicos e inorgánicos), aunque también saben que pueden existir otras formas de clasificarse.

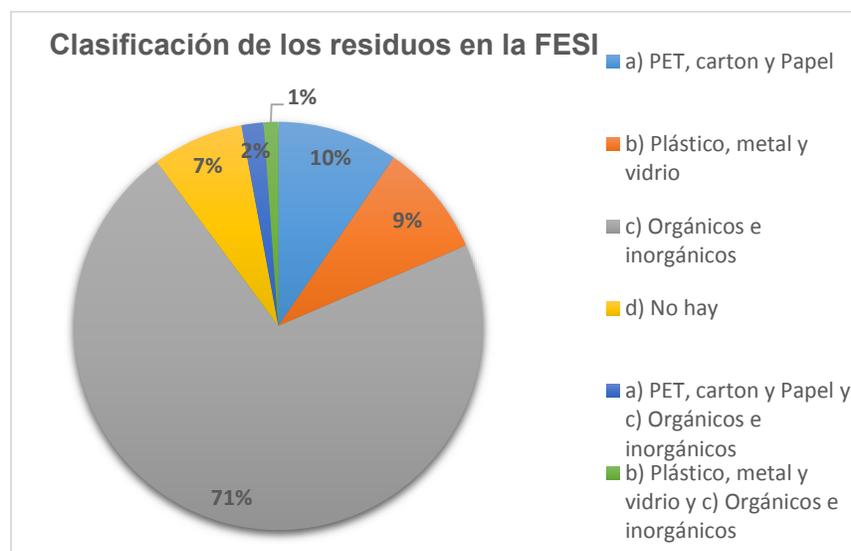


Figura 5. Porcentaje por categorías de clasificación. El 71% los clasifica como orgánicos e inorgánicos y un tres por ciento adicional menciona esta clasificación además de otras subdivisiones.

La segunda pregunta del cuestionario fue *¿Considera que en la FESI hay condiciones para la separación adecuada de los residuos?*, a esta interrogante el 53% respondió que no existen condiciones, mientras que el 47% restante considera que si las hay (Fig. 6). Como se puede apreciar se tienen opiniones divididas con respecto a esta pregunta, ya que dentro de la población encuestada un poco más de la mitad de la población opina que no existen condiciones para separar los residuos en la Facultad, puesto que solo existe una diferencia del 6% entre ambas respuestas. Es interesante esta respuesta pues aunque las campanas para depositar los residuos están pintadas de verde y gris para colocar los residuos de forma separada, la mayoría considera que no hay condiciones para la separación de los residuos.



Figura 6. Porcentaje de las condiciones de separación en la FESI.

Con respecto a la tercera pregunta, *Si se implementara un programa de separación de residuos en la FESI, su nivel de participación sería.* El 80% de los encuestados manifestó que su colaboración con el programa sería mucha, seguido por el 18% con poca participación, solamente el 1% contestó que nada de apoyo y también el 1% que no les interesa la separación correcta (Fig. 7). Con estas respuestas se puede estimar que el 98% apoyaría en mayor o menor grado el programa y solo el 2% no participaría en la separación de los residuos de la FESI.



Figura 7. Categorías de participación en el Programa de Separación de la FESI.

Para la cuarta pregunta, *Los residuos orgánicos de la FESI se pueden emplear para*. En este reactivo el 77.97% de los encuestados respondió que pueden utilizarse como composta para las plantas (Fig. 8). A pesar de que existen varias alternativas para darles un aprovechamiento a los residuos orgánicos, la más conocida y/o empleada es la composta, aunque también puede generarse combustible a partir de este tipo de residuos o como alimento para mascotas.

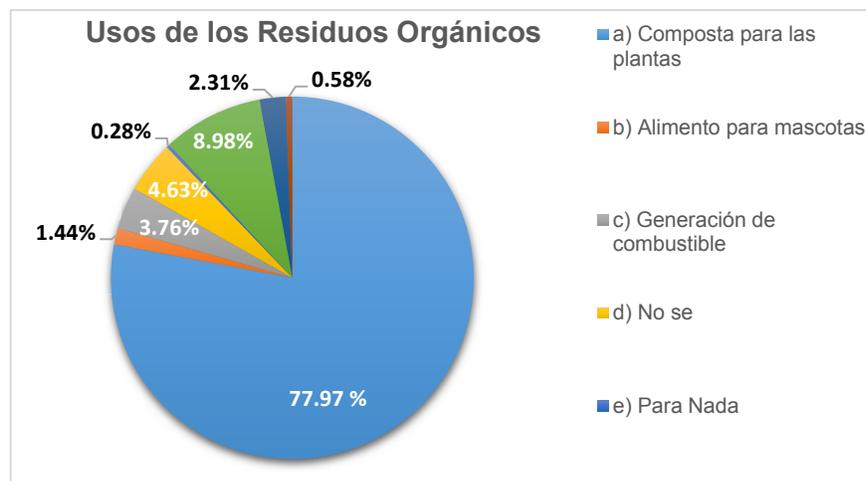


Figura 8. Alternativas de empleo de los residuos orgánicos.

En el caso de la quinta pregunta *Desde su perspectiva, la separación de residuos en la FESI debe ser*. El 86% de las personas que respondieron el cuestionario opinaron que la separación se debe hacer de manera obligatoria, mientras que el 14% dice que debe ser voluntaria (Fig. 9). Como se puede apreciar, más del 85 % de la población considera que se debe obligar a separar los residuos, siendo una diferencia bastante marcada con los que opinan que la separación se debe realizar de manera voluntaria. Esto muestra indirectamente que los encuestados consideran

a la separación como algo necesario y que la voluntad no es suficiente para que ocurra la separación de los residuos.

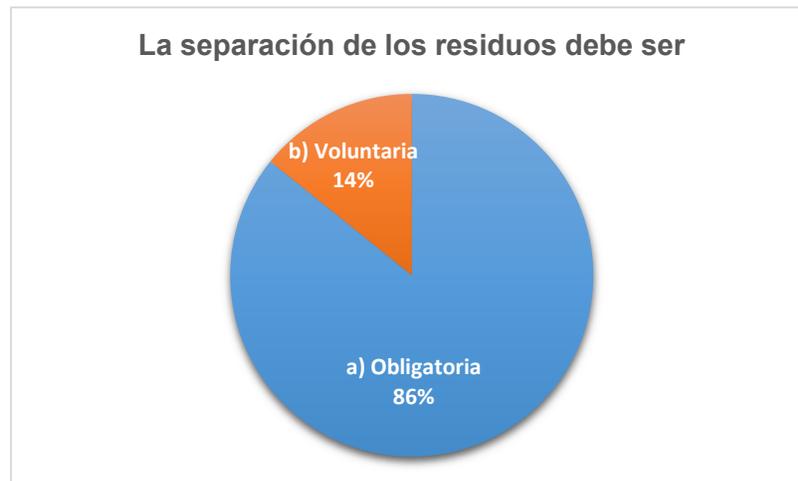


Figura 9. Respuesta de los alumnos de la FESI ante la necesidad de un programa de separación de residuos.

La sexta pregunta, *Una vez que se deposita la basura en los contenedores, el destino final es.* En el caso de esta interrogante, aproximadamente el 40% de los encuestados saben que el destino final de los residuos es un relleno sanitario o un tiradero a cielo abierto, sin embargo el 30.14% respondió que no saben qué pasa con los residuos una vez que los depositan en los contenedores (Fig. 10). Esto nos deja ver que hay un grave desconocimiento sobre el manejo de los residuos una vez que se depositan en los botes y se los lleva el camión de la basura, a pesar de que la mayoría de las personas conocen o han escuchado hablar de los tiraderos de basura o rellenos sanitarios.

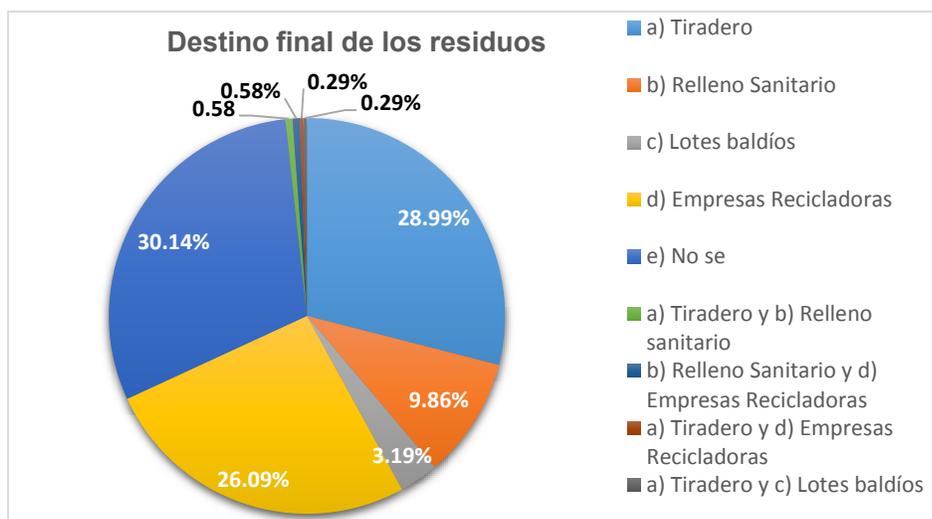


Figura 10. Conocimiento de los alumnos sobre el sitio de disposición final de los residuos. Más del 30% de los encuestados desconocen cuál es el sitio de disposición final de los residuos.

Para la séptima pregunta, *Si existiera un programa de separación de residuos en la FESI, la mejor forma de difundirlo sería*. En este caso las respuestas fueron diversas, aunque las podemos agrupar en tres categorías, la primera referida a la difusión por medios electrónicos como las redes sociales o internet con 45.80%, la segunda por medio de propaganda impresa como trípticos, lonas, carteles o volantes con 37.97% y la tercera que sugirió al voceo como medio de difusión con 8.70%, finalmente el 7.54 % señaló a algún medio impreso y otra forma de difusión. Es decir que el 45.80% de los encuestados sugiere los medios electrónicos como medio de difusión, mientras que una cantidad similar propone los medios impresos (Fig. 11). Es de comentar que el uso de los medios electrónicos evita el uso de materiales impresos que después pueden formar parte de los RSU.

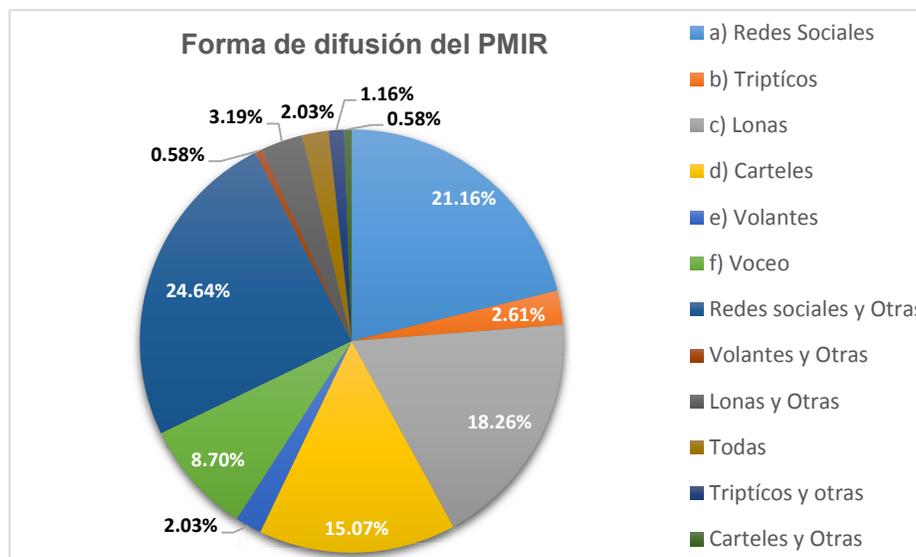


Figura 11. Alternativas de difusión del Programa de Separación de residuos de la FESI.

La octava pregunta, *Conoce si en el Estado de México, existe alguna ley o reglamento que nos obligue a separar los residuos*. Para esta pregunta el 78% respondió que desconoce si existe algún instrumento jurídico que obligue a separar los residuos, el 22% restante menciona que sí tiene conocimientos sobre este tema (Fig. 12). Es contundente el desconocimiento de la obligatoriedad jurídica de la separación de los residuos.

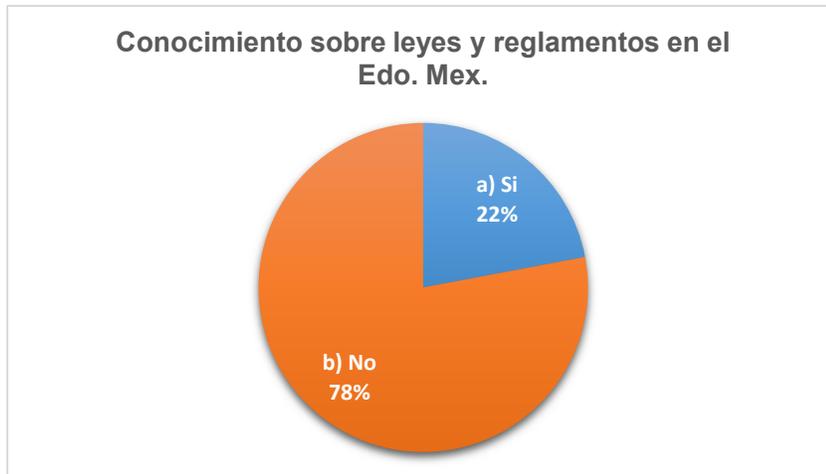


Figura 12. Información sobre los instrumentos jurídicos relacionados con la separación de los residuos

Para la novena pregunta *¿En su casa acostumbra la separación de los residuos?*, los encuestados respondieron con un 53% que separa sus residuos en orgánicos e inorgánicos, seguida del 15% que separa sus residuos en más de dos fracciones (Fig. 13). Como se puede observar el 68% afirma que separa sus residuos por lo menos en dos fracciones, mientras que el 32% no lo hace. Es importante mencionar que si la separación de los residuos se realiza en casa, también puede llevarse a cabo en la Facultad, puesto que ya es un hábito para mucha gente.

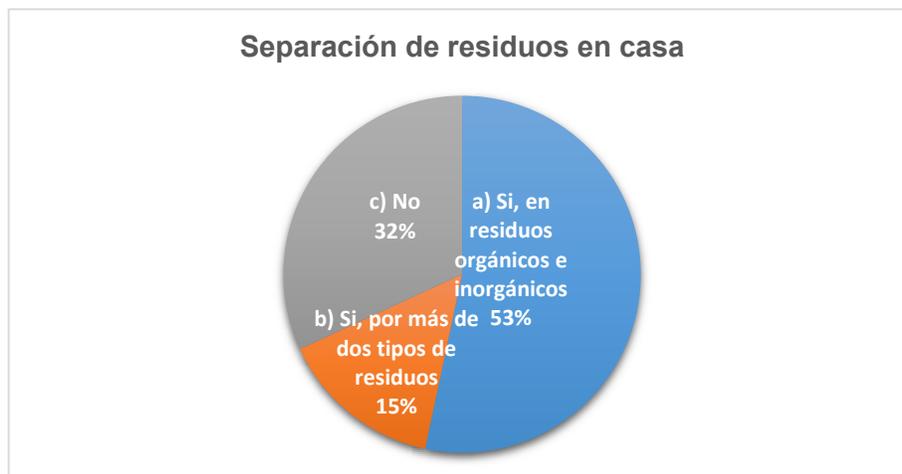


Figura 13. Separación de los residuos generados en casa de los alumnos de la FESI.

Finalmente en la décima pregunta, *De las siguientes opciones, numere por orden de importancia los efectos del manejo inadecuado de los residuos*, a lo que el 46% mencionó que en primer lugar están los problemas ambientales, en segundo lugar los problemas de salud, tercer lugar el mal aspecto, cuarto lugar fauna nociva y quinto lugar mal olor (Fig. 14). Como se puede observar los problemas ambientales y los problemas de salud son los efectos más importantes

que derivan del manejo inadecuado de los residuos, las otras categorías son menos importantes para la población que respondió el cuestionario, probablemente porque las carreras que se ofrecen en la Facultad son del área biológica y de la salud.

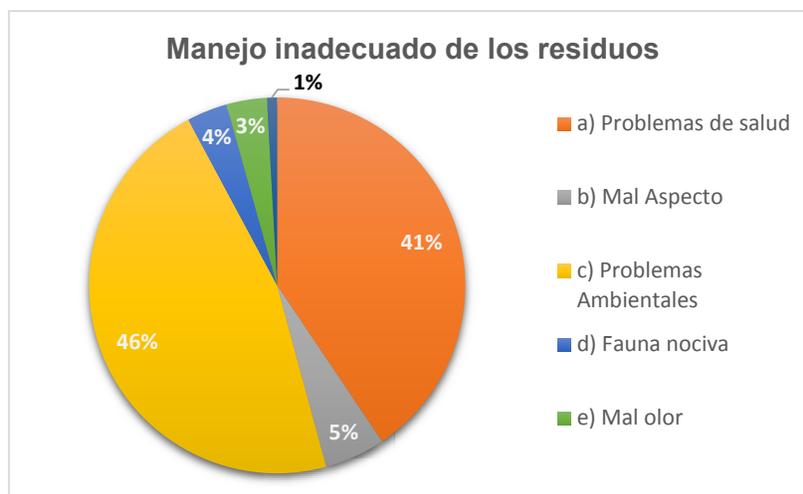


Figura 14. Problemáticas ocasionadas por el manejo inadecuado de los residuos.

5.2.1 Análisis del cuestionario de percepción de los alumnos sobre el manejo de los RSU de la FESI

a) La proporción de alumnos y alumnas de la Facultad que fueron encuestados para conocer el manejo de los residuos corresponde a la proporción total de alumnos, pues en el momento que se aplicó el cuestionario, el total de alumnos inscritos fue de 12, 490 alumnos (100%), con 8,196 alumnas (65.6%) y 4, 294 alumnos (34.4%), mientras que los porcentajes para la muestra fueron 61.7% para mujeres y 36.5% para hombres, con el 1.5% que no respondió el género.

b) Del cuestionario realizado podemos decir que más del 70% de los encuestados saben que la separación de los residuos debe ser en orgánicos e inorgánicos, también el 78% conoce que los residuos orgánicos se pueden aprovechar como composta en lugar de depositarlos en los sitios de disposición final. Esto es importante puesto que uno de los objetivos primarios del programa de separación de los residuos en la Facultad es aprovechar los residuos orgánicos para la producción de biogás y evitar la contaminación ocasionada por este tipo de residuos en los sitios de disposición final.

c) Los encuestados consideran que los problemas ambientales y de salud son las principales consecuencias del manejo inadecuado de residuos, sin embargo casi la tercera parte de los encuestados (30%), desconoce el destino final de los residuos, es decir no tienen claridad en el manejo que se les da a los residuos que ellos mismos generan.

d) Aunque la mayoría (53%) considera que no existen las condiciones para la separación de los residuos, la gran mayoría de los encuestados (98%) está dispuesto a participar de alguna forma en un programa de separación en la Facultad.

e) El 86% de los alumnos encuestados consideran que la separación de los residuos es un asunto importante dentro de la Facultad, por lo que debe ser de carácter obligatorio mediante un mecanismo que ayude al cumplimiento de la separación correcta de los residuos. Asimismo el 68% de los encuestados separan sus residuos en dos o más fracciones en sus hogares, por lo que de alguna forma ya se tiene esta costumbre y un programa de separación en la Facultad tendría buenas probabilidades de éxito.

f) Por otra parte, para la difusión del programa de separación de residuos, aproximadamente el 45% sugiere el uso de medios electrónicos, mientras que el 65% propone el uso de medios impresos de forma tradicional. No obstante que la separación de los residuos es una obligación contenida en diversos instrumentos jurídicos vigentes, el 78% desconoce esta circunstancia, lo que muestra un distanciamiento de los estudiantes con las normas jurídicas.

Los estudiantes que participaron respondiendo el cuestionario de percepción sobre el manejo de los residuos en la FESI consideran que no hay condiciones para implementar un programa de separación de residuos sin embargo tienen clara la idea de que los residuos se deben separar por lo menos en orgánicos e inorgánicos. El 98% menciona que apoyaría de alguna manera al programa, puesto que están conscientes de las problemáticas que se tienen debido a la disposición inadecuada de los residuos y que una solución a estos problemas sería emplearlos como materia prima para obtener otros productos, además de que consideran que este tipo de programas debe ser de carácter obligatorio para que funcionen y se tenga la participación de la comunidad, cabe destacar que no tienen claro cuál es el sitio de disposición final de los residuos y que tampoco conocen la legislación mexicana en materia de residuos.

5.3 Diseño del Plan de Manejo Integral de RSU de la FESI

En razón de lo expuesto anteriormente, se hace necesario realizar un manejo sustentable de los RSU que se generan en la Facultad, desde el punto de vista integral, inclusivo y coordinado, donde participen de manera activa todos los sectores de la Facultad. Un plan que promueva la participación de los generadores, administradores y operadores del sistema de manejo de los residuos, impulsando la difusión y la educación ambiental no formal dentro del campus.

5.3.1 Objetivos y líneas estratégicas

El objetivo del Plan de Manejo Integral de los Residuos en la FESI (PMIR) es “Promover y Fomentar la cultura ecológica a través de la separación de los RSU”, puesto que los residuos se deben manejar de manera sustentable, minimizando su generación, revalorizándolos e incorporándolos al ciclo productivo, mediante la separación en las fracciones orgánica, reciclable, PET y sanitaria, logrando que la comunidad de la FESI (alumnos, trabajadores, académicos y autoridades de la facultad) participe coordinadamente.

Para el cumplimiento de este objetivo, se han trazado algunas líneas estratégicas que se cumplirán en el corto, mediano y largo plazo, muchas de las cuales estarán fuera del alcance del presente trabajo.

Líneas estratégicas:

1. Adaptar la infraestructura de la FESI para la separación de los residuos en sus fracciones primarias (orgánicos, reciclables, sanitarios y PET).
2. Integración del Comité de Manejo Integral de los Residuos de la FESI (CMIR).
3. Coordinación con todos los sectores de la comunidad de la FESI, para el funcionamiento del Plan.
4. Aprovechamiento de los residuos orgánicos para la generación de biogás en la planta piloto construida en la CUSI Almaráz y su posterior transformación en abonos orgánicos mediante el uso de lombricultura.
5. Desarrollo de líneas de investigación en el manejo de residuos, educación ambiental y salud.
6. Promover la disminución de la generación de residuos mediante el consumo responsable.
7. Impulsar la sustitución de residuos de difícil degradación como el unicel.
8. Promover el reúso y valorización de los residuos.

Las primeras cuatro líneas estratégicas son de cumplimiento a corto plazo, que son las que en el presente estudio se reportan. El Plan de Manejo de Residuos actualmente ya se encuentra operando. La fracción orgánica de los residuos (cuando sean separados eficientemente) primero será utilizada como materia prima en la Planta de Biogás de Almaraz para obtener energía eléctrica y después los efluentes como insumos para la planta de lombricultura. A mediano plazo se dará prioridad a la valorización de cada uno de los residuos reciclables. A largo plazo se espera que la mayor parte de residuos se integren al ciclo productivo y solamente los residuos sanitarios se confinen en los sitios de disposición final y con ello disminuir el impacto negativo de los residuos.

5.3.2 Ruta Crítica

El PMIR FESI es un instrumento estratégico y dinámico que permitirá llevar a cabo un Programa de Manejo Integral (PMI), estableciendo acciones que disminuyan el impacto ambiental producido por los residuos sólidos urbanos generados por las actividades diarias de la comunidad universitaria.

Para la planeación del manejo de los RSU, se elaboró la Ruta Crítica, donde se diseñó el eje rector del Plan, mediante un diagrama de flujo, donde se integran todas las etapas y su funcionamiento, como se aprecia en la Figura 15. Dicho Plan lo hemos dividido en tres grandes apartados: 1) etapa de diagnóstico, 2) etapa de difusión del Plan y 3) puesta en marcha y seguimiento del Plan.

Para el inicio del Diseño del Plan fue necesario obtener la información bibliográfica con la finalidad de conocer la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (definiciones, categorías de clasificación, características, generación por tipo de residuo, manejo en base a los fundamentos normativos, etc.), posteriormente se realizó la investigación sobre las características y etapas que debe tener el Plan de Manejo.

La primera etapa del Plan de Manejo fue la elaboración del diagnóstico de la situación de los residuos sólidos urbanos en la FESI. En esta etapa se determinó el peso total de los residuos generados, la cuantificación y categorización de los subproductos encontrados en los residuos. Este diagnóstico estuvo asociado al cuestionario de percepción aplicado a la comunidad estudiantil, como lo describimos en el apartado 5.2 de este trabajo. De igual forma, se llevaron a cabo recorridos en toda la Facultad para ubicar y cuantificar la infraestructura existente relacionada con el manejo de los RSU.

Con los datos obtenidos del diagnóstico, se diseñaron los objetivos y líneas estratégicas a seguir para la implementación del Plan de Manejo Integral de los RSU de la Facultad. Para la ejecución del Plan, se integró el Comité de Manejo Integral de los Residuos en la FESI, conformado por profesores y alumnos de las seis carreras que se imparten en la Facultad, representantes de los trabajadores y el grupo coordinador del Plan. Se conformó el Comité como órgano consultivo, de análisis y ejecución del Plan, responsable de la planeación estratégica. El Comité analizó la viabilidad de los objetivos y estrategias propuestas para iniciar formalmente el Plan de Manejo. El Comité en Pleno es el órgano máximo para la toma de decisiones y tiene la facultad de realizar los ajustes y modificaciones que considere conveniente. Así entonces, en el presente Plan, se acordó que la separación se debería realizar en cuatro categorías: 1) Residuos reciclables, 2) Residuos orgánicos, 3) Residuos sanitarios y 4) Tereftalato de Polietileno (PET).

Para la operación del Plan se considera la existencia de Grupos de Apoyo, para impulsar las diversas acciones programadas, particularmente las actividades de información y difusión del Plan, así como la integración de un programa de educación ambiental.

Con este diseño se hace necesario establecer reuniones de trabajo del Comité con los Grupos de Apoyo para impulsar la estrategia y evaluar los avances del Plan. La coordinación con todos los sectores de la Facultad es indispensable para conformar un grupo de trabajo multidisciplinario, principalmente para la difusión del Plan, la coordinación para la homogeneización de la información que se brindará a los alumnos, académicos, trabajadores y comunidad externa, además de la distribución de actividades a realizar.

Dentro del diseño del Plan se contempla la integración de alternativas de aprovechamiento de los residuos como reusar, reciclar y reducir los residuos generados, a través de campañas informativas. Los residuos húmedos de naturaleza orgánica se aprovecharán en la Planta Piloto de Biogás de Almaráz y con el tratamiento adecuado (lombricultura), se devolverán a la Facultad como abono para las áreas verdes de la dependencia.

Se acordó que la fecha de inicio del Plan sería el 11 de agosto de 2014, fecha de inicio del semestre 2015-1, pues coincide con la entrada de una nueva generación de estudiantes a la FESI.

Se establece que la separación de los RSU se realizará convenientemente en las cuatro fracciones, a) orgánicos, b) reciclables, c) sanitarios y d) PET.

Es de mencionar que la presente estrategia fue diseñada para ser de bajo costo, se determinó que para iniciar el Plan era necesario que la inversión fuera mínima, puesto que la Facultad no contaba con el presupuesto suficiente para comprar nuevos contenedores, construir un sitio para el acopio de los residuos separados o pagar un salario a trabajadores que realizaran una separación más detallista de los residuos. Es decir que se acondicionó la infraestructura a un diseño económico, mediante el uso de bolsas de color verde para residuos orgánicos, gris para residuos reciclables, negra para residuos sanitarios y contenedores de malla de alambre para recipientes de PET. De igual forma la difusión del Plan se programó para abatir costos utilizando los medios electrónicos y de comunicación personal, así como para evitar la generación de residuos de papel (como trípticos, volantes o folletos).

En la segunda etapa, una vez determinada la fecha de inicio del Plan, se diseñó la estrategia a seguir para iniciar la campaña de sensibilización o difusión por medio de redes sociales e internet,

y así dar a conocer los objetivos del PMIR de la FESI. Es importante reiterar que en la difusión el material impreso fue mínimo.

Dentro de la tercera etapa se puso en marcha el PMIR de la FESI, donde se realizaron actividades de monitoreo para evaluar los avances del Plan. Durante el desarrollo de la estrategia de separación es necesario realizar evaluaciones periódicas para monitorear la efectividad de las estrategias empleadas, con la finalidad de realizar los ajustes necesarios al Plan de Manejo.

Como se puede apreciar el destino final de los residuos separados generados en la FESI será distinto, ya que en el caso de los reciclables serán comercializados (valorizados), los orgánicos se emplearán en la planta piloto de biogás de Almaraz para la obtención energía y en el caso de los residuos sanitarios se enviarán al sitio de disposición final debido, a que es muy costoso su aprovechamiento.

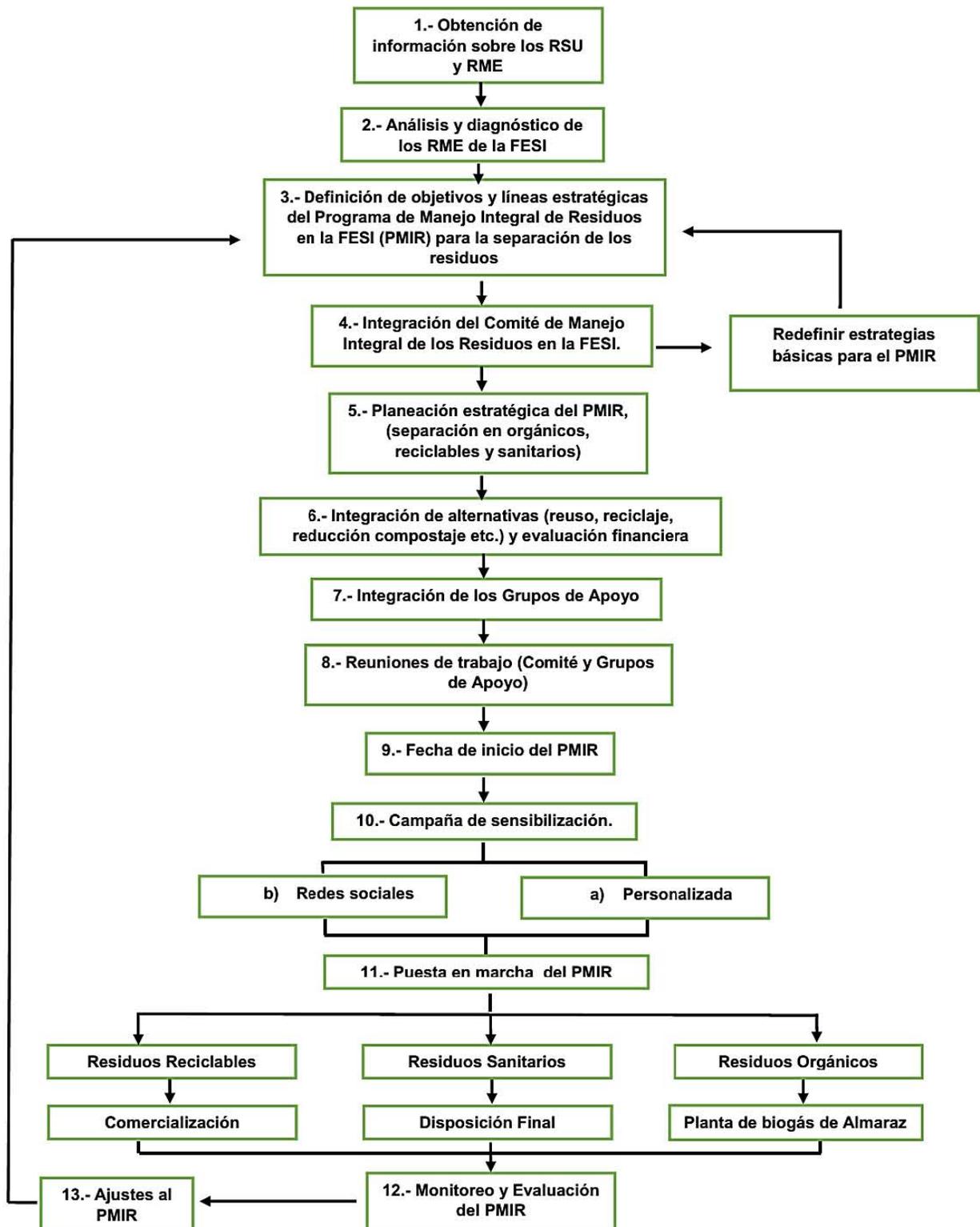


Figura 15. Diagrama de Flujo para la Ejecución del Plan de Manejo Integral de RSU de la FESI

5.3.3 Diagnóstico

Con la finalidad de conocer la situación actual de los RSU en la Facultad, se realizó una cuantificación todos los residuos y sus componentes generados en periodo semestral e intersemestral.

a) Generación y Cuantificación de RSU de la FESI

Para determinar la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generan en la FESI, se realizaron dos cuantificaciones del total de residuos y de los subproductos que se almacenan temporalmente en la artesa (sitio de almacenamiento temporal de residuos, previo a la entrega al gobierno municipal) de la Facultad.

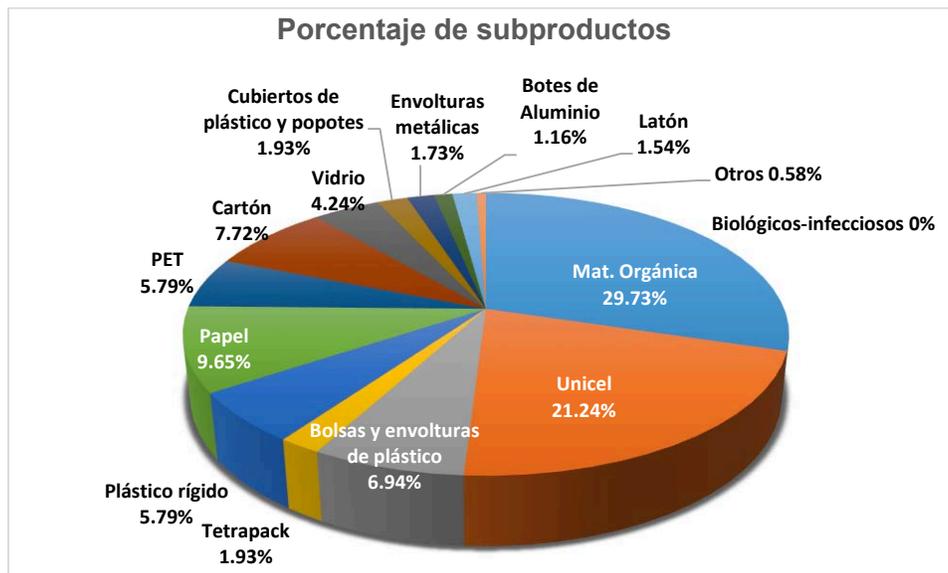
Para conocer las dimensiones de generación en el periodo intersemestral se pesaron los residuos que se encontraban almacenados en bolsas dentro de la artesa. La cuantificación se realizó el 8 de agosto de 2014 por la mañana, antes que llegara el servicio de recolección municipal, en donde se pesaron 77 bolsas de distinto tamaño que sumaron en total 1, 721.9 kilogramos, además de aproximadamente 400 kg de residuos que no se pudieron pesar por encontrarse dispersos en todo el sitio. Esta cantidad representa aproximadamente la mitad de residuos generados en la semana, sin incluir los residuos que se generan el fin de semana. Es decir, que si sumamos estas cantidades, podemos concluir que conservadoramente en el periodo intersemestral se generan aproximadamente cuatro toneladas de residuos sólidos urbanos mezclados.

Asimismo, se procedió a identificar los componentes o subproductos de estos residuos, de conformidad con el método de cuarteo establecido por la Norma Mexicana NMX-AA-015-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo. Se tomó una muestra de 100 Kg de residuos que manualmente se mezcló uniformemente, de esta muestra se extrajo una fracción de 25.9 kg para identificar los componentes o Subproductos, de conformidad con el método señalado en la Norma Mexicana NMX-AA-022-1985 Protección al Ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.

En el muestreo los subproductos se agruparon en 14 categorías, incluyendo el peso de cada uno de ellos y su parte porcentual (Cuadro 4). Es de considerar que si bien la materia orgánica representó el 29.73% del total en peso, no fue lo mismo en cuanto al volumen, pues existen otros residuos que sin tener el peso de la materia orgánica, representan un mayor volumen como el caso del plástico o el unicel. Sin embargo, considerando el peso de los residuos, la materia orgánica fue el subproducto con mayor representatividad en el muestreo realizado (Fig. 16).

Cuadro 4. Categorías de subproductos encontrados en período intersemestral.

Categoría del subproducto	Peso en Kg	% del subproducto
Materia Orgánica	7.7	29.73
Unicel	5.5	21.24
Bolsas y envolturas de plástico	1.8	6.94
Tetrapack	0.5	1.93
Plástico rígido	1.5	5.79
Papel	2.5	9.65
PET	1.5	5.79
Cartón	2.0	7.72
Vidrio	1.10	4.24
Cubiertos de plástico y popotes	0.50	1.93
Envolturas metálicas	0.45	1.73
Botes de Aluminio	0.30	1.16
Latón	0.40	1.54
Otros	0.15	0.58
Biológico-infecciosos	0	0
Total	25.9 Kg	99.97%

**Figura 16.** Porcentaje por categoría de subproducto en período intersemestral. La materia orgánica y el unicel en conjunto integran el 50% del total de residuos.

Por otra parte, para conocer la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generan en el periodo semestral, el 5 de septiembre del 2014, se realizó la cuantificación de todos los residuos generados durante dos días hábiles (miércoles y jueves). Se pesaron 155 bolsas de distintos tamaños con un peso total de 2, 744.7 kg, además de los residuos que no se pudieron pesar por encontrarse dispersos en todo el sitio, que aproximadamente sumaron 300 kg. Podemos decir

que en estos dos días se generaron 3, 044.7 kg, es decir, que al extrapolar a cinco días hábiles, el peso de generación estimado fue de 7, 611.75 kg. Cabe mencionar que los fines de semana la facultad recibe a una gran cantidad de deportistas y visitantes que también generan residuos, por lo que la generación de residuos por semana podría estimarse conservadoramente en ocho toneladas.

Para conocer los subproductos encontrados en los residuos, se estableció la metodología de las normas mexicanas NMX-AA-015-1985 y NMX-AA-022-1985, en donde se tomó una muestra de 200 Kg que se homogeneizaron para después extraer 47 kg, los cuales se separaron en 15 categorías (Cuadro 5). Posteriormente se registró el peso en kg y el porcentaje de cada subproducto y se encontró que la materia orgánica (42.55%) es la categoría con mayor representatividad por peso (Fig. 17). Cabe mencionar que en este muestreo se encontraron residuos biológico-infecciosos mezclados con todos los demás residuos.

Cuadro 5. Categorías de subproductos encontrados en período semestral.

Categoría de subproducto	Peso en Kg	% del subproducto
Materia Orgánica	20	42.55
Unicel	2.0	4.25
Bolsas y envolturas de plástico	4.0	8.51
Tetrapack	0.5	1.06
Plástico rígido	3.5	7.45
Papel	8.5	18.08
PET	1.1	2.34
Cartón	2.2	4.68
Vidrio	1.6	3.4
Cubiertos de plástico y popotes	0.3	0.63
Envolturas metálicas	0.3	0.63
Botes de Aluminio	0.2	0.42
Latón	1.5	3.19
Otros	0.3	0.64
Biológico-infecciosos	1.0	2.13
Total	47 Kg	99.96%

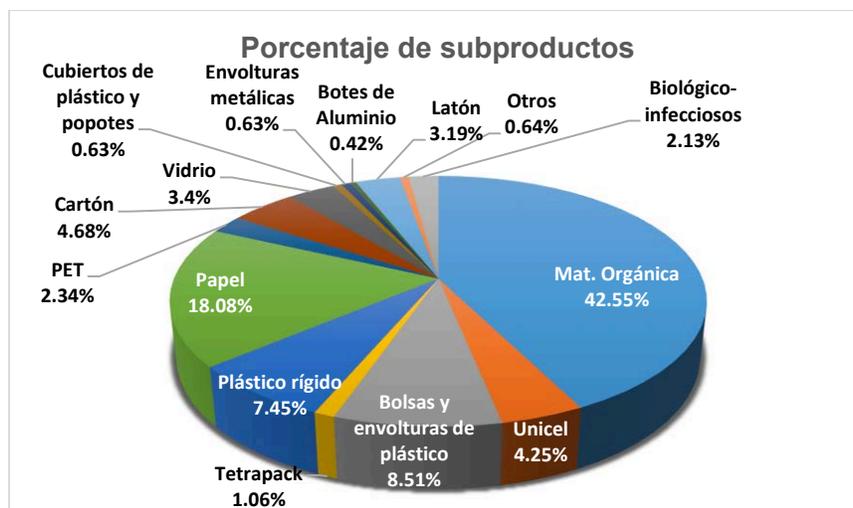


Figura 17. Porcentaje por categoría de subproducto en período semestral. Los residuos orgánicos representan una fracción importante del total de los residuos pesados.

En los dos muestreos realizados se pudo observar que tanto en período intersemestral, como en el semestral, la categoría con mayor presencia en cuanto al peso total, fue la materia orgánica, sin embargo debemos reiterar que no fue la más abundante en cuanto a volumen.

Es de destacarse que los residuos orgánicos no han tenido una valorización como los otros RSU, pues no hay suficientes plantas de tratamiento para ellos y tampoco se les ha reconocido un valor económico, por lo que regularmente van a los sitios de disposición final sin tratamiento alguno. Debemos recordar que los residuos orgánicos mezclados con los demás residuos, son los responsables de generar los gases de efecto invernadero, lixiviados, malos olores, proliferación de fauna nociva y organismos infecciosos.

b) Infraestructura para el manejo de los RSU

Con la finalidad de conocer la infraestructura para el manejo de los RSU, con el que cuenta la FES Iztacala y poder llevar a cabo el Plan de Manejo de dichos residuos, se realizaron recorridos por todas las instalaciones de la Facultad, encontrando la siguiente infraestructura: 79 tambos de plástico de 200 litros (Fig. 18); 19 baterías metálicas fijas compuestas por cuatro contenedores, dos para desechos orgánicos de color verde y los otros dos para los inorgánicos en color gris (Fig. 19); 6 canastillas para el depósito de PET construidas de malla metálica (Fig. 20); 4 artesas o sitios de almacenamiento temporal de todos los residuos generados en la facultad (Fig. 21); un almacén temporal para el PET que se deposita en las canastillas (Fig. 22), un sitio de almacenamiento temporal para los residuos de jardinería (Fig. 23) y finalmente un centro de acopio para el papel y cartón (Fig. 24).



Figura 18. Botes de plástico de 200 litros para el depósito de residuos mezclados, con bolsa negra para facilitar su manejo.



Figura 19. Baterías metálicas para depositar residuos separados (orgánicos e inorgánicos).



Figura 20. Canastillas para el depósito de PET.



Figura 21. Artesa o sitio de almacenamiento temporal de los residuos mezclados.



Figura 22. Sitio de almacenamiento temporal de PET.



Figura 23. Sitio de almacenamiento temporal de residuos de jardinería.



Figura 24. Centro de acopio de papel y cartón.

Al mismo tiempo que se identificó la infraestructura para el depósito de residuos sólidos urbanos, se realizó un mapa de localización de los contenedores y sitios de almacenamiento temporal, con el objetivo de saber si las instalaciones de la facultad contaban con la infraestructura suficiente para iniciar el PMIR de la FESI (Fig. 25 y Fig. 26).

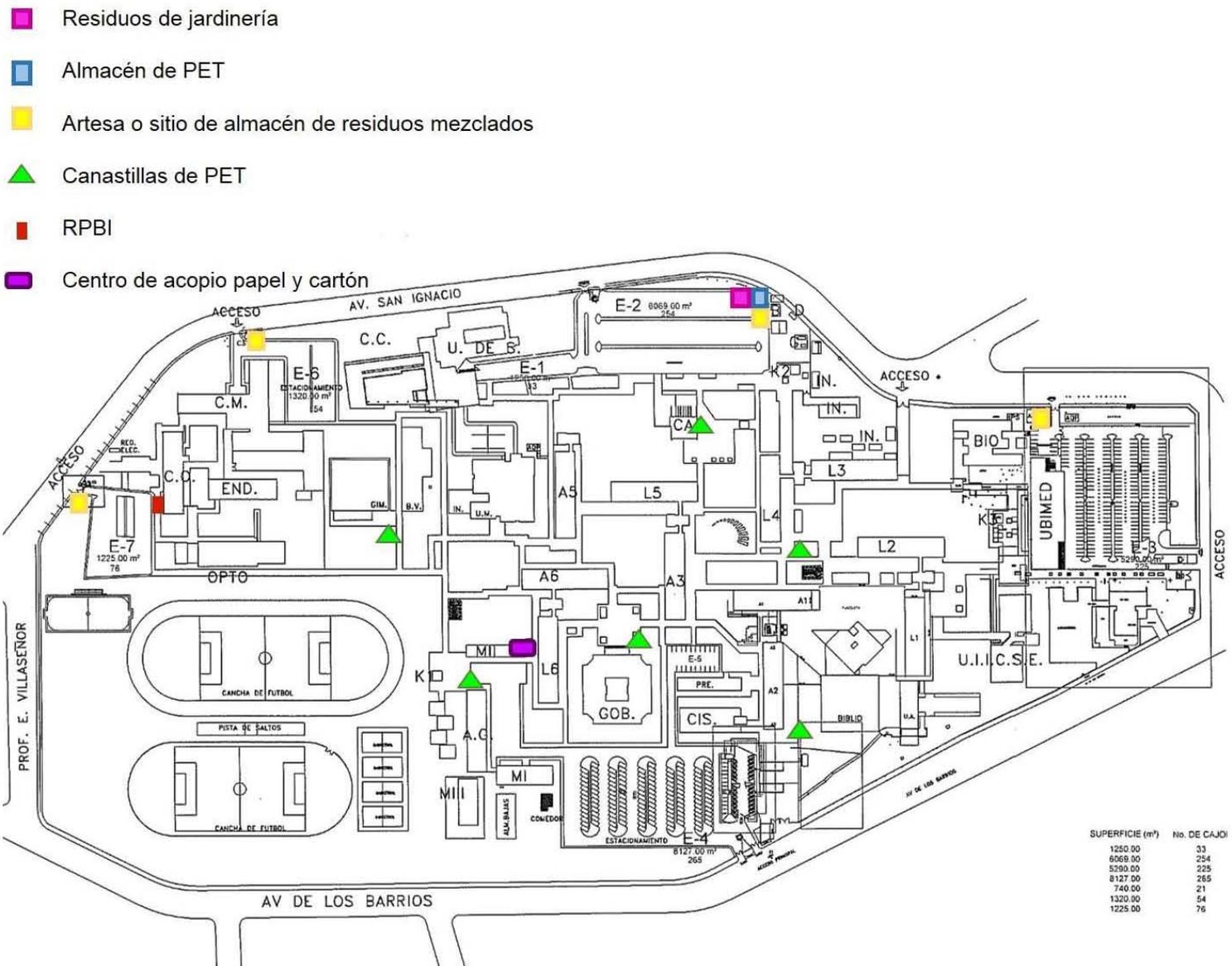


Figura 25. Ubicación de almacén de residuos de jardinería, almacén de PET, Artesa, Canastillas de PET, RPBI y centro de acopio de papel y cartón.

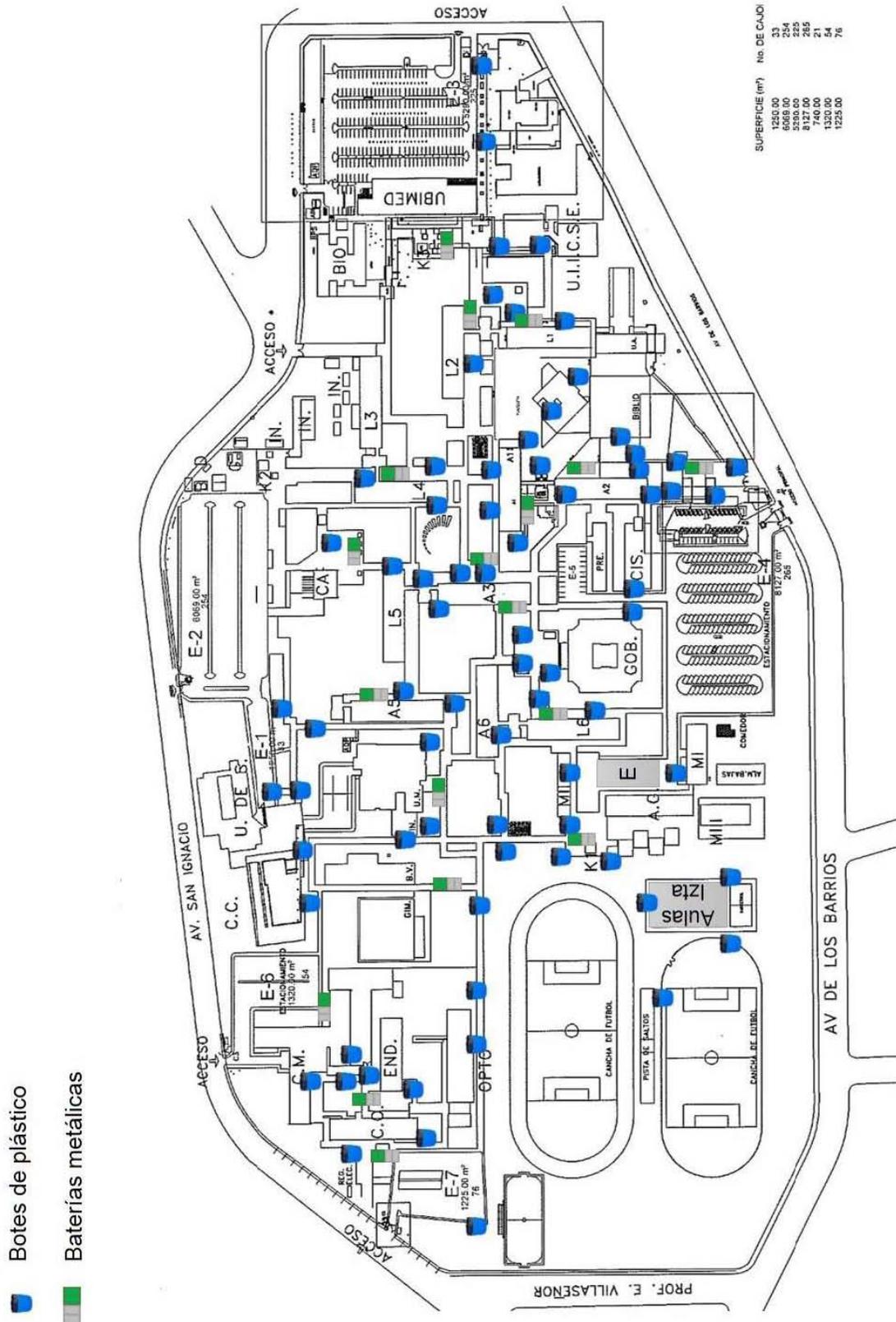


Figura 26. Ubicación de botes de plástico y baterías metálicas (residuos orgánicos e inorgánicos)

Como se puede apreciar en los mapas, existen botes y contenedores distribuidos en toda la Facultad, lo cual permite a los generadores depositar sus residuos de manera cómoda, puesto que en cualquier parte de las instalaciones existe uno o más contenedores. Aunque las campanas están pintadas de verde y gris para realizar el vertido diferenciado, los residuos se depositan indistintamente en ambos. En el caso de los depósitos para PET, sí se recupera una pequeña fracción del volumen total generado, pues solamente existen seis contenedores para toda la Facultad.

5.3.4 Adaptaciones de la infraestructura para la separación de los residuos en sus fracciones primarias (orgánicos, reciclables, sanitarios y PET).

Para la adaptación de la infraestructura de la FESI al Plan, primero se definieron las fracciones básicas de los RSU, quedando las siguientes cuatro categorías:

- **Residuos Reciclables.**- Todos aquellos residuos que tengan algún valor comercial o que puedan tener otro uso después de haber sido desechados (papel, cartón, latas, vidrio, unicef, envolturas metálicas, etc.). Es importante destacar que en la FESI se llevaba a cabo acopio de papel y cartón, integrándola al Plan de Manejo.
- **Residuos Orgánicos.**- Desechos biodegradables, orgánicos húmedos que sean producto de la elaboración y/o consumo de alimentos (restos de comida, cáscaras de fruta y verdura, etc.)
- **Residuos Sanitarios.**- Desechos provenientes de los sanitarios o que contengan algún tipo de fluido corporal (toallas sanitarias, pañales, papel higiénico, chicles, etc.)
- **PET.**- Cabe mencionar que en la Facultad ya se realizaban acciones para el acopio de PET, esta actividad se integró al Plan de Manejo.

Una vez que se determinaron las categorías en que se realizará la separación de los residuos en el Plan de Manejo, se determinó que a los contenedores utilizados se les colocarían bolsas de plástico de colores, dependiendo del tipo de residuo que tendrían que recibir. Esto es así porque antes de iniciar el Plan, los botes de 200 litros y las baterías metálicas para la recepción de residuos, tenían una bolsa negra para facilitar el manejo de los residuos, por lo que el responsable de la compra de las bolsas de la FESI, solo tendría que pedir bolsas verdes, grises y negras, sin hacer un gasto extraordinario para iniciar el Plan de Manejo. Entonces, para el caso de los residuos Reciclables el color que se empleará en la bolsa será el gris, para los residuos orgánicos, el color de la bolsa será verde y finalmente para los residuos sanitarios, el color de la bolsa será el negro (Fig. 27). Asimismo para identificar el tipo de residuo que se debe depositar en las campanas y botes de 200 litros, se colocaron etiquetas con una iconografía (símbolo) que

facilitará la identificación del tipo de residuo que deberá ser depositado y así lograr la correcta separación de los residuos.



Figura 27. Color e iconografía empleados para la identificación del tipo de residuo a depositar en las campanas y botes.

Se acordó que una vez que las bolsas de plástico sean extraídas de los contenedores, se llevarán a la artesa (sitio de almacenamiento temporal de los RSU) del estacionamiento oriente, sin mezclar el contenido de las bolsas.

Con la finalidad de tener mayor control del Plan, se establecieron dos etapas. En la primera etapa se consideró solamente la separación de residuos en áreas comunes o exteriores (pasillos, kioscos, comedor central, áreas verdes, etc.), mientras que para la segunda etapa se considerarán los botes de las aulas, laboratorios, clínicas, oficinas, biblioteca, unidades de investigación, etc., es decir todos los espacios cerrados.

Para cumplir con la primera etapa se llevó a cabo la optimización de la Infraestructura de la FESI, para lo cual se realizaron las siguientes adaptaciones pertinentes:

a) Contenedores (Baterías metálicas y Botes de Plástico)

En el caso de las baterías metálicas, las cuales están compuestas de cuatro contenedores; dos de color gris para los residuos inorgánicos y dos para los orgánicos antes del Plan, fueron modificadas pintando tres botes para residuos reciclables y una para residuos orgánicos, debido a que los residuos reciclables se generan en mayor cantidad y ocupan mayor volumen (Fig. 28).



Figura 28. a) Baterías metálicas antes del Plan. b) Adaptación de las baterías metálicas para la recolección selectiva de residuos durante la operación del Plan.

Con respecto a los botes de plástico de 200 litros, antes de la operación del Plan los botes estaban dispersos y aislados, con la entrada del Plan, se colocaron dos botes juntos en puntos estratégicos (uno para reciclables y el otro para orgánicos) (Fig. 29).

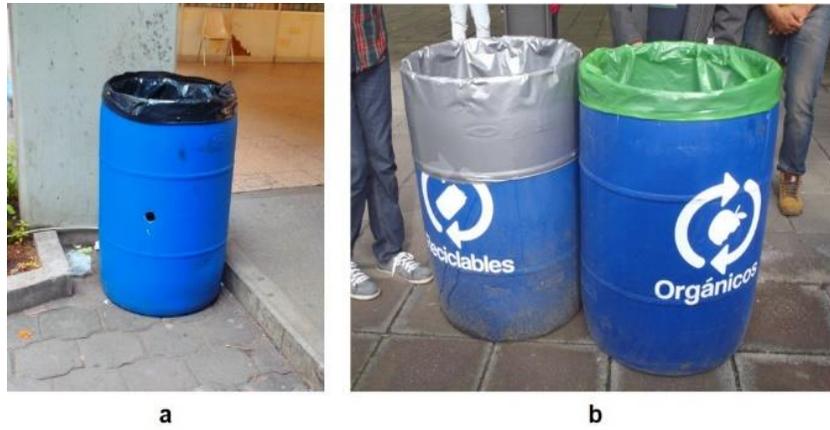


Figura 29. a) Botes de plástico antes de iniciar el Plan. b) Botes de plástico en pares durante la ejecución del Plan, con bolsa de color y etiqueta acorde a la iconografía establecida.

Los botes de residuos sanitarios no fueron rotulados, tendrán bolsa negra y solo se encontrarán ubicados dentro de los baños (Fig. 30).



Figura 30. Contenedores exclusivos para residuos sanitarios, con bolsa negra sin rotular.

b) Artesa

Antes de iniciar el Plan, todos los residuos se depositaban en bolsas negras en un espacio común, sin embargo, para la adaptación de éste sitio, la artesa fue dividida en tres áreas debidamente rotuladas (Fig. 31). Un área separada para depositar exclusivamente los residuos orgánicos, otra zona para los reciclables y un espacio más para los sanitarios. De igual forma, se habilitó una entrada especial para el servicio de recolección municipal.



Figura 31. a) Artesa antes de iniciar el programa. b) Artesa modificada para el almacenamiento de residuos con espacios separados, del lado derecho de la fotografía se muestran los letreros para identificar el tipo de residuo.

c) Centro de acopio para PET

Con la modificación de la entrada para el servicio de recolección municipal de los residuos, se reestructuró el sitio de almacenamiento temporal de los residuos de PET.

d) Canastillas para almacenamiento de PET

Para mejorar la recolección del PET, se adquirieron 10 contenedores más, distribuyéndose en sitios donde no había este tipo de contenedor, además de que en algunos casos se colocaron próximos a las campanas para facilitar el depósito de PET (Fig. 32). El programa inició con 16 contenedores exclusivos para PET.



Figura 32. a) Seis campanas metálicas como estas antes del inicio del Plan. b) Adquisición de 10 campanas de malla plástica implementadas para el Plan.

5.3.5 Situación financiera del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI

Una de las consideraciones para aceptar la puesta en marcha del PMIR-FESI fue la factibilidad financiera, por lo que la presente propuesta consideró una mínima inversión. Los botes para recuperar los residuos antes del Plan utilizaban bolsas negras, por lo que la propuesta radica en impulsar la estrategia de separación adquiriendo bolsas de color verde o gris, sin necesidad de adquirir nuevos botes o hacer cambios costosos. La difusión del Plan utilizará los medios electrónicos y la comunicación personal antes del uso de materiales impresos, lo que implicará un bajo costo y reducción de materiales que puedan ser considerados como residuos.

5.4 Difusión del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI

Un aspecto fundamental para el funcionamiento del Plan es darlo a conocer a los integrantes de la comunidad de la Facultad. Es necesario informar a los alumnos, académicos, trabajadores, y personas externas sobre la fecha de inicio del Programa, las características, la forma de separar los residuos y su participación específica. Es preciso que todos los generadores de residuos y de quienes son responsables del manejo directo de los mismos, estén debidamente informados.

5.4.1 Integración del Comité de Manejo Integral de los Residuos de la FESI.

Para la operación del Plan fue necesario conformar un grupo representativo de todos los sectores de la comunidad de la FESI, denominado Comité de Manejo Integral de Residuos (CMIR) de la FESI, el cual se conformó el día 31 de julio de 2014. Dicho Comité se integró por el Secretario de Desarrollo y Relaciones Institucionales de la FESI, quien lo preside, académicos coordinadores del Plan, dos académicos y dos alumnos representantes de cada una de las carreras impartidas en la Facultad, un representante de la División de Investigación y posgrado y dos integrantes adscritos a la Secretaría Administrativa como representante de los trabajadores administrativos (Fig. 33).

El Comité tiene la finalidad de fungir como órgano coordinador y consultivo para la operación del Programa, responsable del funcionamiento del Plan, mediante la propuesta y realización de acciones específicas, además de realizar el seguimiento, evaluación y ajuste del mismo.



Figura 33. Conformación e integrantes del CMIR.

5.4.2 Coordinación con todos los sectores de la comunidad de la FESI, para el funcionamiento del Plan.

Para apoyar las acciones del CMIR, el día 07 de agosto de 2014, surgió el Grupo de Apoyo, integrado por académicos y alumnos voluntarios de las diferentes carreras, así como por alumnos prestadores de servicio social (Fig. 34). Se formaron seis equipos de trabajo para realizar la difusión del programa a cada una de las seis carreras que se imparten en la Facultad, además de realizar diversas actividades afines.



Figura 34. Conformación e integrantes del Grupo de Apoyo.

Recordamos que el inicio del Plan fue el 11 de agosto del 2014. Estos seis grupos de apoyo, junto con los integrantes del Comité iniciaron una campaña intensa de difusión dirigida a toda la comunidad universitaria. Por necesidades propias del Plan, en fecha 03 de octubre del 2014, se desintegraron los seis grupos de trabajo para crear cuatro nuevos equipos, los cuales fueron orientados en las siguientes áreas: Voluntarios, Difusión, Innovación y Evaluación y Seguimiento. Las funciones de estos cuatro grupos son:

Grupo de Voluntarios.- Responsable de coordinar y reclutar a alumnos y académicos que quieran adherirse al Plan de manera voluntaria y colaborar en las diversas actividades que se tienen. Estos voluntarios apoyarán las acciones que formule el CMIR.

Grupo de Difusión.- Responsables de la operación y coordinación de la campaña de información y sensibilización dirigida a toda la comunidad de la Facultad.

Grupo de Innovación.- Responsables del diseño de nuevas estrategias para los diferentes medios informativos: TV, Web, medios impresos, así como la producción de materiales educativos e informativos que facilitan al Grupo de Difusión cumplir con sus funciones.

Grupo de Evaluación y Seguimiento.- Elaboración de instrumentos que permitan evaluar el funcionamiento del Programa y también crear mecanismos de seguimiento a las actividades que se establecieron en el Plan de Manejo.

5.4.3 Definición de Fecha de Inicio del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI

La fecha establecida para el arranque del PMIR de la FESI fue el 11 de agosto de 2014, puesto que sería la fecha de inicio del semestre 2015-1, momento en el que llega a la Facultad una nueva generación de alumnos de todas las carreras.

5.5 Puesta en marcha y seguimiento del Plan de Manejo

El Plan de Manejo Integral de Residuos inició el primer día de clases del semestre 2015-1 (11 de agosto de 2014). En el primer semestre de haber iniciado el Plan se han observado avances importantes como el que se aprecia en la Figura 35, donde se observa que cuando tenemos dos botes para residuos orgánicos y reciclables, el de bolsa verde que debe recibir solo orgánicos, tiene menor cantidad de ellos, pues son de menor volumen que los reciclables. Sin embargo, se deben realizar diversos instrumentos de evaluación y seguimiento para mejorar el Plan.



Figura 35. Muestra que el PMIR de la FESI tiene cierto grado de éxito, pues comienza la disposición de residuos de manera diferenciada.

5.5.1 Campaña de difusión y sensibilización.

A través del trabajo colaborativo del Comité y Grupos de Apoyo, se pudo llevar a cabo la campaña de difusión, por medio de la cual se dieron a conocer los objetivos, características y operatividad del Plan a la Comunidad de la FESI.

En dicha campaña se utilizaron, 40 carteles de 43x28 cm y dos carteles de papel de 100x130 cm, evitando el empleo de otros materiales impresos (trípticos, volantes, folletos, etc.) para prevenir la generación de más residuos (Fig. 36). Dichos materiales se utilizaron en la difusión del Plan cuando se realizaron saloneos informativos.

También se imprimieron cuatro lonas plásticas de aproximadamente dos metros cuadrados con el mismo diseño de los carteles (Fig. 37), estas se colocaron en las áreas más concurridas de la Facultad (acceso principal, comedor, UIICSE y Clínica de Odontología).

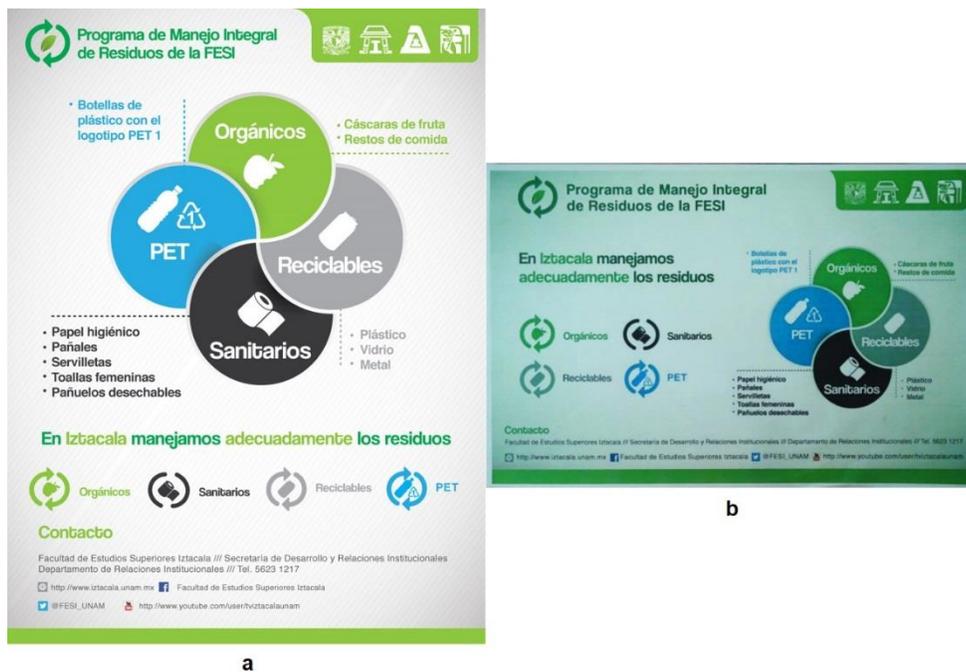


Figura 36. Material de apoyo impreso. a) Cartel horizontal de 100 x 130 cm. b) Cartel vertical de 43 x 28 cm.



Figura 37. Lonas que sirvieron como material de apoyo para la difusión del Programa.

Como otra estrategia de difusión del Plan, se llevaron a cabo diversas actividades, las cuales se describen a continuación:

a) Examen médico automatizado

Todos los alumnos de primer ingreso a las seis licenciaturas que se imparten en la FESI, deben presentarse al examen médico automatizado antes de iniciar el semestre, por lo que del 04 al 08 de agosto de 2014 se instaló un módulo fuera del gimnasio de la FESI para dar información del Plan de Manejo de RSU. De igual forma se aprovechó la oportunidad para informar a los acompañantes de los alumnos, como comunidad externa.

b) Ceremonia de Bienvenida

Antes de iniciar el semestre, los alumnos de primer ingreso participan en una ceremonia de bienvenida donde se les informa sobre las actividades que ofrece la Facultad, por lo que el 09 de agosto de 2014, en dicha ceremonia se colocó un stand informativo con la finalidad de dar a conocer el Programa a los alumnos y padres de familia. Participando el Comité y el Grupo de Apoyo.

c) Saloneo

Esta actividad se llevó a cabo del 11 al 15 y del 18 al 22 de agosto de 2014. Por medio de los horarios publicados en la página de internet de cada carrera, se realizó la difusión del Plan salón por salón. Participaron miembros del Comité y Grupo de Apoyo.

d) Foro de Metodología

Evento celebrado los días 13 y 14 de agosto de 2014, a través del cual se informó a la comunidad de la FESI sobre el Plan de Manejo de los RSU. Asistiendo como apoyo integrantes del Comité y Grupo de Apoyo.

e) XXXIII Coloquio de Investigación de la FESI 2014

Este evento se llevó a cabo los días 20 y 21 de agosto de 2014, en donde se brindó información a los asistentes a dicho evento sobre el Plan de manejo. Participando integrantes del Comité y Grupo de Apoyo.

f) Colaboración con la Comisión de Bioseguridad

En las pláticas del 03 y 18 de septiembre y 16 y 21 de octubre de 2014 de la Comisión de Bioseguridad, celebradas en el Centro Cultural, en donde se capacitaron a los alumnos de primer ingreso de las carreras de Cirujano Dentista, Biología, Medicina y Enfermería respectivamente, sobre el manejo de los residuos peligrosos, se aprovechó la oportunidad de informar nuevamente a los alumnos sobre el Plan de separación. Apoyaron miembros del Comité.

g) Festival de Centros de Apoyo de la carrera de Biología.

El Festival se realizó el 11 de septiembre de 2014, utilizando el evento para informar a los concurrentes sobre el Plan de manejo. Participaron integrantes del Comité y Grupo de Apoyo.

h) Pláticas en las Unidades de Investigación y otras áreas

Del 04 al 29 de agosto de 2014, se realizaron pláticas informativas con los responsables de diversos espacios o áreas que no están directamente relacionadas con una carrera en particular.

A continuación se enlistan los sitios visitados para difundir las características del Plan e invitar a que participen en él:

1. Unidad Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y la Educación (UIICSE)
2. Unidad de Investigación en Medicina (UBIMED)
3. Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO)
4. Unidad de Morfofisiología y Función (UMF)
5. Clínica de Optometría
6. Área de Imprenta
7. Coordinación de Mantenimiento
8. Departamento de Almacén
9. Jefatura del Departamento de Rehabilitación
10. Coordinación de Laboratorios
11. Departamento de Vigilancia
12. Unidad de Administración Escolar
13. Unidad de Documentación Científica (Biblioteca)
14. Departamento de Comercialización (Librería)
15. Centro Cultural Iztacala
16. Comedor
17. Cafetería ubicada en las canchas
18. Cafetería ubicada cerca del Bioterio
19. Clínica de Odontología
20. Unidad de Seminarios

21. Edificio de Gobierno
22. Gimnasio FESI
23. Departamento de Idiomas
24. Jardín Botánico
25. Herbario
26. Laboratorio de Herpetología (Vivario)
27. Clínica Universitaria de la Salud Integral Iztacala (CUSI).

i) Información a los trabajadores

Considerando que los trabajadores son fundamentales en el desarrollo del Plan, también se realizaron pláticas informativas. Para poder llevar a cabo esta actividad se integró un equipo de cuatro profesores, que brindaron la información los días 06 y 07 de agosto de 2014 al jefe de mantenimiento, sus ocho jefes de servicio y los trabajadores que tienen que manejar los RSU. Se puede decir que casi la totalidad del personal que maneja los residuos tuvo la información del Plan de Manejo.

j) Mensajes electrónicos

Los integrantes del Grupo de Apoyo se coordinaron con los jefes de carrera para enviar por vía electrónica información a todos los profesores y alumnos de sus carreras sobre la operación del Plan, para lo cual se diseñó un mensaje electrónico común para compartir (Fig.38).

De igual forma se envió dicha información a los responsables de las unidades de investigación, administración u otras áreas de la Facultad. Con esta estrategia se pretendió que llegara la información a todos y cada uno de los integrantes de la comunidad de la FESI.

Estimado compañero:

Te invitamos a participar activamente en el “Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI”, el cual consiste en que a partir del inicio del semestre 2015-1, depositemos solamente los residuos orgánicos en los botes con bolsa verde, los residuos reciclables en la bolsa gris y los residuos sanitarios en los recipientes con bolsa negra que se encontrarán en los baños.

Seguiremos con el acopio de las botellas y recipientes de PET en los contenedores de malla.

El programa está en marcha. Tu participación hace la diferencia.

“Todos somos responsables de la basura que generamos”

“La Facultad es nuestra casa y todos podemos mantenerla limpia”

“Los universitarios tenemos un gran espíritu y enorme responsabilidad”

¡Participa!

Gracias

Atentamente

“Comité de Manejo Integral de Residuos de la FES-Iztacala”

Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI

- Orgánicos:** Cáscaras de fruta, Restos de comida.
- Reciclables:** Plástico, Vidrio, Metal.
- Sanitarios:** Papel higiénico, Pañales, Servilletas, Toallas femeninas, Pañuelos desechables.
- PET:** Botellas de plástico con el logotipo PET 1.

En Iztacala manejamos adecuadamente los residuos

Contacto
 Facultad de Estudios Superiores Iztacala // Secretaría de Desarrollo y Relaciones Institucionales
 Departamento de Relaciones Institucionales // Tel. 5623 1217
<http://www.iztacala.unam.mx> | Facultad de Estudios Superiores Iztacala
 @FESI_UNAM | <http://www.youtube.com/user/tvitzacalaunam>

Figura 38. Mensaje enviado por correo electrónico a la comunidad de la FESI.

k) Cápsula de TV Iztacala

Para tener mayor presencia en los medios electrónicos, el día 12 de septiembre de 2014 se grabó una cápsula de Video, con la cual se informó a la comunidad de la FESI sobre el Plan de manejo de los residuos. Dicha cápsula se encuentra en el sitio web de la FES Iztacala (http://antares.iztacala.unam.mx/tviztacala/?page_id=17).

l) Reunión con personal de la UBIPRO para ser incorporada al Programa

El día siete de octubre de 2014 se tuvo una plática informativa y de sensibilización con académicos, investigadores, alumnos y trabajadores de la UBIPRO, para invitarlos a que se incorporen al 100% al Plan de separación, es decir que se habilite la infraestructura, se capacite a todo el personal de la Unidad y se integre un comité local para el manejo de los residuos de conformidad con el Plan. Esta reunión fue convocada por el coordinador de ésta unidad de investigación.

l) Participación en la Ofrenda de Día de Muertos

Para la difusión del Programa se realizó una ofrenda para el festejo del día de muertos. Se acordó que la elaboración de dicha ofrenda se realizaría con materiales de desecho, para estar en congruencia con el Plan que se promueve. Para cumplir con esta propuesta los preparativos se llevaron a cabo del 20 al 27 de octubre de 2014 en el jardín botánico (Fig. 39), y los días 28 y 29 se colocó la ofrenda en el pasillo de la planta baja el edificio L-4, la temática de fue la pérdida de la biodiversidad (Fig. 40). En estas actividades participaron alumnos y profesores voluntarios de todas las carreras.



Figura 39. Voluntarios realizando preparativos para la ofrenda.



Figura 40. Ofrenda del Plan de Manejo Integral de Residuos de la FESI.

Discusión

La cantidad de RSU que se genera representa un problema a nivel mundial debido al crecimiento económico de la población y los avances tecnológicos. El proceso de urbanización, industrialización y el estilo de consumo que se ha tenido en los últimos años, refleja el aumento de la cantidad de los RSU generados; además de representar un gasto social y económico para los gobiernos, teniendo un impacto negativo en la población y repercutiendo dramáticamente en el ambiente.

El manejo inadecuado de los residuos puede generar serios problemas ambientales como la contaminación del suelo y el agua, debido a la producción de lixiviados que afectan el subsuelo y mantos acuíferos, además de la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades y la producción de al menos 100 millones de toneladas de CO² al año en México, contribuyendo directamente al calentamiento global (Álvarez, 2012).

A pesar de que se conocen los impactos ambientales y problemas de salud que genera el manejo inadecuado de los residuos, aun no se tiene información sobre las afectaciones económicas que se causan por esta situación.

Una forma de empezar a revertir los problemas, es la minimización de residuos, mediante la modificación de nuestros hábitos de consumo, con acciones que permitan un mejor manejo de residuos, como la separación, para recuperar los materiales que pueden ser reciclados y reintegrarlos a procesos productivos, para ahorrar recursos naturales y energía (Álvarez, 2012), esto se puede lograr a través de la elaboración e implementación de un Plan de Manejo Integral, puesto que el objetivo de un PMIR es reducir la cantidad de residuos que llega a disposición final, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. Se debe diseñar bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que consideran 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, así como a los tres niveles de gobierno (LGPGIR, 2014). Estos planes deben diseñarse de acuerdo a las características específicas de cada lugar.

Lo antes mencionado concuerda con lo establecido en los objetivos del PMIR de la FESI. La implementación del Plan de Manejo a través del cual se está logrando la participación de estudiantes, académicos, trabajadores y comunidad externa, esto se debe a la intensa campaña de difusión que se realizó. Se está logrando la separación de los residuos dentro de la Facultad

con la finalidad de aprovechar los residuos orgánicos, ya que son los generadores principales de lixiviados, producción de gas y del mal olor en los sitios de disposición final. La implementación de tratamientos físicos y biológicos, permiten transformar a los residuos orgánicos en materia prima, para la obtención de un producto. En el caso específico de los residuos orgánicos que se generan en la FESI, serán aprovechados mediante la generación de energía en la Planta Piloto de Biogás de Almaraz.

Conclusiones

- En México las categorías de clasificación de los residuos son: Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial, Residuos Peligroso y Residuos Radiactivos.
- La generación de residuos se ha incrementado en un 25 %, debido al crecimiento de las ciudades, industrialización y cambios en los patrones de consumo.
- De los 41, 062.50 millones de toneladas de residuos producidos al año, 21, 524. 90 miles de toneladas corresponden a la categoría de residuos de comida, jardines y materiales orgánicos similares
- El Estado de México, Distrito Federal y Jalisco generan el 33% de los residuos a nivel nacional.
- El manejo inadecuado de los residuos orgánicos, ocasiona problemas de salud, ambientales y económicos, si se implementan alternativas para su manejo se disminuirán los efectos ocasionados.
- Al implementar planes y programas en IES, (programa de manejo o de separación) se disminuye la cantidad de residuos que llegan al sitio de disposición final.
- De la investigación realizada sobre los fundamentos normativos en materia de residuos, se determinó que es obligatoria la separación de residuos en la FESI, además de ser necesario la implementación de un Plan de Manejo Integral para maximizar la valorización de los residuos y minimizar su generación.
- Los programas gubernamentales PNPGR y PEPGR, buscan contribuir en la solución de los problemas ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos a través de la Gestión Integral de los Residuos.
- Lo establecido en la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, (establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México) es de carácter obligatorio.
- En la FESI se estableció el Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA), como antecedente del Plan de manejo de los residuos.
- El PMIR de la FESI está conformado por tres etapas: 1) Diagnóstico, 2) Etapa de Difusión y 3) Puesta en marcha y seguimiento del Programa.
- El diagnóstico realizado para conocer el volumen de generación y la composición de los residuos de la FESI mostró que en periodo semestral se generan a la semana aproximadamente ocho toneladas de residuos mezclados y que el subproducto con mayor representatividad en cuanto a peso fue la materia orgánica (42.55%), en el periodo

intersemestral se generan cerca de cuatro toneladas por semana y el subproducto que más se encontró fue nuevamente la materia orgánica (29.13%).

- Al realizar los recorridos para ubicar la infraestructura se determinó que para implementar el PMIR de la FESI, era necesario hacerle adecuaciones, así como incrementar el número de depósitos para facilitar el vertido de los residuos.
- Se incrementó la infraestructura para el vertido de los residuos, como fue el caso de los depósitos de PET, incrementándose a 16 canastillas, en algunos casos se hicieron modificaciones para aprovechar los contenedores e instalaciones que se tenían.
- La aplicación del cuestionario para conocer la perspectiva del manejo de los residuos en la FESI, nos mostró que los alumnos quieren participar y están conscientes de las problemáticas ocasionadas por el manejo inadecuado de los residuos. Consideran que los residuos orgánicos deben ser empleados para la elaboración de composta producción de biogás y alimento para mascotas.
- Es necesario integrar al cuestionario el lugar de procedencia de los encuestados, ya que esto permitiría saber si la separación que realizan en casa es de manera obligada o voluntaria.
- La etapa de monitoreo y evaluación, permite conocer los avances del Programa, además de definir nuevamente las estrategias para estén funcionando.
- Para resolver el problema de los residuos dentro de la Facultad es necesario aplicar acciones integrales a corto, mediano y largo plazo, haciendo énfasis en la importancia y fortalecimiento de la separación de residuos para facilitar las actividades tales como el reciclaje y reúso por mencionar algunas.
- A corto plazo se tendrán residuos sólidos orgánicos para destinarlos a la Planta piloto generadora de biogás, construida en instalaciones de la FESI en Almaráz.

Aportaciones

A través de este trabajo se diseñó el PMIR de la FESI, implementándolo el día 11 de agosto de 2014, después de una intensa campaña de difusión, buscando que se tenga un manejo sustentable de los residuos para que lleguen menos a los sitios de disposición final y que la materia orgánica sea empleada en la obtención de energías limpias.

Con la implementación del PMIR de la FESI, se logró que en el período del 11 de agosto al 30 de noviembre de 2014 se acopiaran y valorizaran 3, 758.5 kg de residuos reciclables y peligrosos de los cuales 3, 223 kg corresponden a papel y cartón; 299 kg de envases de PET y 236. 5 kg de pilas, de esta manera se evitó que llegaran al sitio de disposición final.

Literatura Citada

- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. y Zepeda, F. 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América latina y el Caribe (Serie Ambiental No 18). Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana de la Salud.
- Álvarez, F. C. Crisis ambiental en México. 2012. México D.F. Consultado el 18 de diciembre de 2014 en: <http://carlosalvarezflores.com/?p=81>.
- Armijo de Vega, C., Ojeda-Benítez, S., Ramírez-Barreto, E. y Quintanilla-Montoya, A. 2006. Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. Ingeniería, Rev. Académica de la FI-UADY, ISSN: 1665-529X. pp.13-21
- ANUIES y SEMARNAT (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Plan de Acción para el Desarrollo Sustentable en las Instituciones de Educación Superior. Disponible en http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/libros/lib68/1.html.
- Capistrán, F., Aranda, E., y Romero, J.C. 2001. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. 1era. Ed., 1era reimp. 151pp.
- Dávila, A., P.,D. 2014. Segundo informe de actividades. México. UNAM.
- Espinosa, V., R., M., Marion, S., T., De La Torre, V., A., Vázquez, S., R., C., Delfín, A., I. 2008. Integral Management Of Solid Wastes In A Mexican University, Xxxi Congreso Interamericano Aidis, Santiago, Chile.
- Esquer-Verdugo. R. A. 2009. Reciclaje y Tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos. Instituto Politécnico Nacional. Tesis de Licenciatura. 95 pp.
- Flores, D. 2001. Guía práctica No. 2 Para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos. Quito Ecuador.
- Gaceta de Gobierno. 2005. Código para la Biodiversidad del Estado de México. Consultado el 13 de enero de 2014 en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig009.pdf>
- Hernández, C., M.,G. 1999. La percepción ambiental de los universitarios en el marco del PROFIA, un Estudio cuali-cuantitativo. UNAM. Tesis de maestría. 144 pp.
- Hernández, C., M., G., Silva, R., A., Landázuri, O., A., M., Eisenberg, W., R., Heres, P., M., E., Terán, A. Del R., A., (2002). Evaluación ambiental en la UNAM, Campus Iztacala. En Aragón L., Silva A., Evaluación psicológica en el área educativa. México pp. 175-207.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Tlalnepantla cuaderno de Información básica para la planeación municipal. México. Consultado el 18 de octubre de 2013 en: <http://goo.gl/4MusZJ>
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2012. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Consultado el 5 de septiembre de 2014 en: www.inecc.gob.mx/descargas/.../diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- LGEEPA. Ley General Del Equilibrio Ecológico y Prevención al Ambiente. 2013. Consultado el 25 de abril de 2014 en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299046&fecha=15/05/2013
- LPGGIR. Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos. 2006. Consultado el 17 de octubre de 2013 en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4915093&fecha=22/05/2006
- LPGGIR. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2014. Consultado el 16 de octubre de 2014 en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5337505&fecha=19/03/2014
- Maldonado, L. 2006. Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. Revista Ingeniería. 59-68. ISSN: 1665-529X.
- MMyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua). 2010. Guía para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos. Bolivia. 58 pp.
- NMX-AA-015-1985. Norma Mexicana. Protección al ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo. Consultado el 28 de mayo de 2014 en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf>
- NMX-AA-022-1985. Protección al ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos. Consultado el 29 de mayo de 2014 en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-022-1985.pdf>
- NOM-004-NUCL-2013. Norma Oficial Mexicana-004-NUCL, Clasificación de los desechos radiactivos. 2013. Consultado el 17 de Octubre de 2014 en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5298125&fecha=07/05/2013
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2002. Resolución aprobada por la Asamblea General (A/57/532/Add.1) 57/254. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. Acta. 2 pp. Disponible en <http://www.un.org/Depts/dhl/resguide/r57sp.htm>.

- ONU DI (Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial). 2007. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Consultado el 21 de agosto de 2014 en: http://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf
- PEPGIR (Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México). 2009. Consultado el 10 de junio de 2014 en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pepgir_estado_de_mexico.pdf
- Plan de Desarrollo Institucional 2010-2020. Universidad Autónoma de Yucatán. Consultado el 18 de octubre de 2013 en: <http://www.pdi.uady.mx/docs/evid02/3.%20Accin.pdf>.
- PNPGIR (Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012). 2009. Consultado el 10 de junio de 2014 en: <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pnpgir.pdf>
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2002. Manual para la Producción de Abonos Orgánicos.
- Rivera-Sánchez, G. 2005. Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos den el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Universidad del Mar. Tesis de Licenciatura. 121 pp.
- Runfola, J. & Gallardo, A., 2009. Análisis de factores que influyen en la generación y composición de los residuos sólidos urbanos a considerar para un modelo de caracterización. 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, pp. 1-9
- SEMARNAT, INE, GTZ (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). 2006. Manual de Compostaje Municipal, Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos. ISBN: 970-9983-05-9. 106 pp.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales 2008. Consultado el 25 de febrero de 2014 en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/cd_compendio08/compendio_2008/03_residuos1.html
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Compendio de Estadísticas Ambientales 2012. Consultado el 22 de diciembre de 2013 en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/Compendio_2012/mce_index.html
- SEMARNAT y SEP (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Educación Pública). 2005. Compromiso Nacional por la Década de la Educación para el Desarrollo Sustentable. Acta. México, D. F. 7 pp. Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Documents/compromiso_nacional.pdf.
- Silva, A. Aragón L. 2002. Evaluación psicológica en el área educativa. Ed. Pax México, México. pp. 175-207

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey. 1991. Comité de Reciclaje. Consultado el 28 de septiembre de 2014 en: <http://campus-sostenible.mty.itesm.mx/comite.R/1.htm>

Torres-Vázquez, A., E. 2010. Contenedores para recolección selectiva de Residuos Sólidos en Ciudad Universitaria. UNAM. Tesis de Licenciatura. 265 pp.

Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación. 2014. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México. Consultada el 04 de noviembre de 2014 en: http://www.trife.gob.mx/legislacion-jurisprudencia/catalogo/2012-constitucion-politica-del-estado-libre-y-sobe-1#t5_c3_txt

Universidad Iberoamericana. 2004. Programa de Medio Ambiente. Consultado el 28 de septiembre de 2014 en: <http://www.uia.mx/web/site/tpl-Nivel2.php?menu=mgCooperacion&seccion=maSolidos>

Anexo 1. Cuestionario aplicado para conocer la perspectiva de los alumnos de la FESI sobre el manejo de los residuos.



Como parte de mi trabajo de tesis, se realiza el presente cuestionario diagnóstico para conocer su opinión sobre la separación de Residuos Sólidos Urbanos en la FESI y establecer un programa. De antemano agradezco su colaboración.

Género: (M) (F) Edad: _____ Fecha: _____ No. _____
 Carrera: (Biología) (Cirujano Dentista) (Enfermería) (Médico Cirujano) (Optometría) (Psicología)
 (Trabajadores) (Administrativo) (Profesor) (Alumno) Semestre _____

Instrucciones: Le pedimos de favor, lea cuidadosamente y responde con honestidad.

1.- Los residuos en la FESI se clasifican en:

- a) Pet, cartón y papel.
- b) Plástico, metal y vidrio
- c) Orgánicos e inorgánicos
- d) No hay

2.- ¿Considera que en la FESI hay condiciones para la separación adecuada de los residuos?

- a) Si
- b) No

3.- Si se implementara un programa de separación de residuos en la FESI, su nivel de participación sería:

- a) Mucha
- b) Poca
- c) Nada
- d) No me interesa

4.- Los residuos orgánicos de la FESI se pueden emplear para:

- a) Composta para las plantas
- b) Alimento para mascotas
- c) Generación de combustible
- d) No sé
- e) Para nada

5.- Desde su perspectiva la separación de residuos en la FESI debe ser:

- a) Obligatoria
- b) Voluntaria

6.- Una vez que se deposita la basura en los contenedores, el destino final es:

- a) Tiradero
- b) Relleno sanitario
- c) Lotes baldíos
- d) Empresas recicladoras
- e) No sé

7.- Si existiera un programa de separación de residuos en la FESI, la mejor forma de difundirlo sería:

- a) Redes sociales
- b) Trípticos
- c) Lonas
- d) Carteles
- e) Volantes
- f) Voceo

8.- Conoce si en el Estado de México, existe alguna ley o reglamento que nos obligue a separar los residuos.

- a) Si
- b) No

9.- ¿En su casa acostumbra la separación de los residuos?

- a) Si, en residuos orgánicos e inorgánicos
- b) Si, por más de dos tipos de residuos
- c) No

10.- De las siguientes opciones, numere por orden de importancia los efectos del manejo inadecuado de los residuos

- a) Problemas de salud.....()
- b) Mal aspecto.....()
- c) Problemas ambientales..()
- d) Fauna nociva.....()
- e) Mal olor.....()