

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
Y  
SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA APLICADA A RESIDUOS SÓLIDOS**



# **Memorias**

**1er. encuentro académico sobre manejo de  
residuos en universidades**

**ISSN: 2395-8170**

**4 y 5 de Junio 2015**

**Título de la obra:** Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos

**Subtítulo:** Encuentro académico sobre manejo de residuos en universidades

**Compiladoras:** Rosa María Espinosa Valdemar, Sylvie J. Turpin Marion y Alethia Vázquez Morillas

**Diseño:** Perla Xochitl Sotelo Navarro y Margarita Beltrán Villavicencio

**Editorial:** Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C.

<http://www.somers-ac.org>

Los trabajos incluidos fueron arbitrados por pares académicos. Se privilegia con el aval de la Editorial.

### **Información Legal**

ENCUENTRO DE EXPERTOS EN RESIDUOS SOLIDOS, año 8, No. 1, Octubre 2015- Octubre 2016, es una publicación anual editada por la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C., Av. Cuauhtemoc 403, Col. Roma Norte, Delegación Cuauhtemoc, D.F., C.P. 06700, Tel. (722) 5097824, [www.somers-ac.org](http://www.somers-ac.org). Editor responsable: Dra. María del Consuelo Mañón Salas. Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2014-112714070200-203 **ISSN:2395-8170**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C., Dra. Alethia Vázquez Morillas, San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco, C. P. 02200, D. F., México. Fecha de última modificación, 31 de mayo de 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C.

# Comité Organizador

---

- M. en C. Rosa María Espinosa Valdemar
- Dra. Sylvie Jeanne Turpin Marion
- Dra. Alethia Vázquez Morillas
- Ing. Beatriz García García
- M. en C. Juan Carlos Alvarez Zeferino
- Dr. Israel Labastida Núñez
- Dra. Maribel Velasco Pérez
- Elodia Villagrán Cano
- M. en C. Margarita Beltrán Villavicencio
- M. en C. Xochitl Quecholac Piña
- Abraham Zavala Hernández
- M. en C. Perla Xochitl Sotelo Navarro

# Comité Técnico Científico Nacional

Nombre	IES
<b>Dra. Liliana Márquez Benavides</b>	Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo
<b>Dra. Samantha Eugenia Cruz Sotelo</b>	Universidad Autónoma de Baja California
<b>Dra. Gloria Inés González López</b>	Universidad Veracruzana
<b>Dra. Claudia Estela Saldaña Durán</b>	Universidad Autónoma de Nayarit
<b>Dra. Ana María Vázquez Espinoza</b>	Universidad Autónoma de Baja California
<b>Dra. Quetzalli Aguilar Virgen</b>	Universidad Autónoma de Baja California
<b>Dra. Ma. Del Consuelo Mañón Salas</b>	Universidad Politécnica del Valle de Toluca
<b>Dr. Paul Adolfo Taboada González</b>	Universidad Autónoma de Baja California
<b>Dra. Ana Belem Piña Guzmán</b>	Instituto Politécnico Nacional
<b>Dr. Gerardo Bernache Pérez</b>	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
<b>Dra. María del Consuelo Hernández Berriel</b>	Instituto Tecnológico de Toluca
<b>Dr. Otoniel Buenrostro Delgado</b>	Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo
<b>Dra. Sara Ojeda Benítez</b>	Universidad Autónoma de Baja California
<b>M. en C. Evelia Santillán Ferreyra</b>	Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo
<b>M. en C. Rosa María Espinosa Valdemar</b>	Universidad Autónoma Metropolitana
<b>Dra. Sylvie Turpin Marion</b>	Universidad Autónoma Metropolitana
<b>Dra. Alethia Vázquez Morillas</b>	Universidad Autónoma Metropolitana
<b>M. en C. Margarita Beltrán Villavicencio</b>	Universidad Autónoma Metropolitana

# Presentación

---

El Encuentro académico sobre manejo de residuos en universidades tiene como objetivo reunir a los académicos e investigadores involucrados en el manejo de residuos en instituciones de educación superior (IES), con el fin de compartir experiencias, identificar buenas prácticas y explorar oportunidades de colaboración.

Este evento forma parte de los Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos, que desde hace ocho años han servido como un espacio de confluencia para compartir experiencias y enriquecer la formación de los académicos, profesionales e investigadores que laboran en temas relacionados con la gestión integral y la valorización de los residuos. En esta ocasión se desarrolla en el marco de la 15 Semana del ambiente y el XVI Foro de Ingeniería ambiental, que tienen lugar anualmente en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana, en colaboración con la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a los Residuos, A. C.

Estas memorias presentan los artículos generados a partir de las presentaciones realizadas en el Encuentro. Se dividen en dos secciones: la primera enfocada a los planes de manejo que se aplican en la IES para gestionar sus residuos, y la segunda a investigaciones relacionadas con los residuos que se generan en las mismas. Los 15 artículos presentados constituyen una muestra de los esfuerzos que, en distintos puntos del país, realizan las universidades para cumplir cabalmente con su responsabilidad ambiental en materia de residuos.

Las experiencias de las distintas universidades, vertidas en estas memorias, pueden servir como guía para aquellas instituciones que se encuentran en las etapas iniciales del manejo de residuos. Aquellas que han recorrido ya una parte del camino encontrarán también buenas prácticas, puntos de comparación y formas de solución a los problemas cotidianos que se generan al mantener y consolidar los programas y planes de manejo. Así, estas memorias contribuyen al desarrollo de una cultura de minimización y aprovechamiento de residuos en las IES, que les permita cumplir en forma congruente su compromiso de formar ciudadanos que contribuyan a la construcción de un entorno sustentable.

# Contenido

Comité Organizador .....	iii
Comité Técnico Científico Nacional .....	iv
Presentación .....	v
Contenido .....	vi
<b><u>Programas de manejo de residuos en las Universidades</u></b>	
“Cambiar para Mejorar”: El Programa SeparAcción en la UAM-C .....	1
Aprovechamiento integral de residuos sólidos en el Instituto Tecnológico de Toluca .....	7
Evaluación del Programa “Separación por un mejor UAMbiente” Avances y retos .....	14
Diagnóstico inicial de la generación y composición de los residuos sólidos en la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana.....	22
Aprovechamiento de los residuos orgánicos en el Instituto Tecnológico de Toluca .....	29
Gestión integral de residuos sólidos en la Universidad Veracruzana.....	37
Primera etapa del programa de manejo integral de residuos de la FESI-UNAM .....	46
El manejo de los RSU en Iztacala- UNAM.....	56
Programa Institucional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable en la Universidad Autónoma de Nayarit .....	64
<b><u>Investigaciones relacionadas a los residuos en las Universidades</u></b>	
Composteo de residuos de jardinería como una práctica docente en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.....	72
Propuesta de manejo de residuos eléctricos y electrónicos en la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Ingeniería, UNAM .....	79
Manejo de residuos de lámparas fluorescentes en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco .....	86
Cuantificación de residuos electrónicos: un trabajo Interinstitucional.....	95
Generación y alternativas para el manejo de los residuos de poliestireno expandido en la UAM Azcapotzalco .....	102
Manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en el Servicio Médico de la UAM- Azcapotzalco .....	110
<b><u>Programa del Encuentro Académico sobre el Manejo de Residuos en las Univerisidades</u></b>	
Presentaciones orales .....	117
Presentaciones en cartel .....	119

# Programas de manejo de residuos en las Universidades



## “Cambiar para Mejorar”: El Programa SeparAcción en la UAM-C

Dra. Miriam Alfie Cohen

Profesora-Investigadora del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.  
Av. Vasco de Quiroga 4871 Colonia Santa Fe Delegación Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, tel. 5558146502,  
malfie@correo.cua.uam.mx

### RESUMEN

Este texto muestra la manera en cómo se gestó y llevó a cabo el proyecto de separación de residuos sólidos en la Universidad Autónoma-Metropolitana, unidad Cuajimalpa. Desde un análisis de los documentos que guían la labor universitaria, hasta las acciones que involucraron a diversos actores sociales de la institución, se aborda los resultados hasta ahora obtenidos con el manejo integral de residuos sólidos y los nuevos proyectos por emprender a partir de esta experiencia. Se hace hincapié en la importancia de estas acciones y su difusión en la vida cotidiana de los miembros de la comunidad, así como en la posibilidad de ir modificando actitudes y comportamientos bajo un marco normativo, donde se privilegie la acción colectiva.

**Palabras clave:** *Manejo integral, participación comunitaria, SeparAcción, UAM-C.*



## 1. INTRODUCCIÓN

La UAM-C, nace después de treinta años de la conformación de sus tres sedes originarias. La unidad Cuajimalpa sería la encargada de dar cabida a la demanda estudiantil en el poniente de la Ciudad de México. Un área pendiente de cobertura educativa pública a nivel superior. Sin embargo, la estructura de la zona metropolitana de la Ciudad de México había engendrado una seria crisis espacio-territorial que dificultaba la disposición de superficie disponible para la ubicación y construcción de una nueva universidad, un ingrediente que agregó incertidumbre a la edificación de su sede definitiva durante nueve años.

Pese a ello, gracias a la experiencia acumulada por la Autónoma Metropolitana, se le ofrecía al nuevo miembro de la familia importantes ingredientes para su planeación y cimientos. Desde la desconcentración funcional y administrativa, así como la integración de la docencia y la investigación, hasta un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje y originales planes de estudio que pretendían atender los principales problemas mundiales y del país en diferentes ramas.

La UAM-C adoptó a la sustentabilidad como noción central para poder interactuar con el resto de los elementos del contexto local y permear el ámbito de la educación tanto en planes y programas como en investigación, gestión del campus y divulgación de la cultura.

## 2. ANTECEDENTES

En las últimas décadas, la sociedad se ha caracterizado por un permanente e incesante desarrollo industrial. Situación que ha provocado, entre otros, una generación importante de residuos, producto tanto del auge económico como de los nuevos hábitos de consumo.

En la Ciudad de México se generan aproximadamente 21,000 ton al día de basura, de ella sólo 86% es depositada en un relleno sanitario, mientras que el 14% restante es arrojado a calles, barrancas, ríos y terrenos, lo cual provoca serias repercusiones ambientales como inundaciones, contaminación de agua, suelo y aire, así como el deterioro de la salud y la calidad de vida de sus habitantes [1].

El programa SeparaAcción de la UAM-C nace de la preocupación por la mejora y protección del ambiente. Con él se pretende impulsar la corresponsabilidad ambiental de todos los actores de nuestra comunidad universitaria para asegurar el adecuado manejo y gestión integral de residuos sólidos. Actividad clave para iniciar la consolidación de una Unidad sustentable que es uno de los pilares de su modelo educativo.

Así, UAM-C consciente de su papel y su responsabilidad, optó por adoptar un plan integral de manejo de residuos sólidos, cuyas bases se encuentran tanto en la experiencia, por más de diez años de este programa en la Unidad Azcapotzalco, como en el cumplimiento a la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Los propios documentos iniciales de planeación de la Unidad, su Estructura Curricular y sus Políticas Operativas funcionan bajo un marco donde la sustentabilidad es una línea emblemática.

SeparaAcción es un plan que pretende integrar enfoques y propuestas plausibles en el manejo integral de residuos sólidos y con ello generar un impacto en los programas educativos, en la investigación de proyectos y en la gestión universitaria. Su fin es cuidar y proteger el ambiente y la salud. Este proyecto formula políticas y estrategias que permiten mejorar la recolección, la limpieza, la transferencia, el aprovechamiento y la disposición final de los residuos.

Ante ello, se unificó un sistema que permitió conocer cuántos y qué tipo de residuos sólidos se generaban en la Unidad; dónde se presentaban los mayores problemas; cómo se daba la recolección y cuáles eran las mejores rutas de acopio y disposición final. Así, las premisas clave de este plan

pretenden impulsar acciones que minimicen los impactos al entorno, disminuir el consumo y reducir la generación de gases y lixiviados, así como la proliferación de fauna nociva.

Con este propósito, se logró planear estrategias y establecer acciones a corto y mediano plazo para la solución de problemas relacionados con el inadecuado manejo de dichos residuos. La práctica tradicional de depositar todo tipo de residuos mezclados en un mismo recipiente es un factor importante que incide en el costo ambiental. Acciones orientadas hacia el reciclaje, desde la separación inicial de los residuos propicia un esquema de gran impacto en el logro de beneficios sociales y ecológicos.

El programa trata de mejorar resultados y unificar esfuerzos y recursos; promover la minimización de residuos sólidos a través de la participación de la comunidad en programas de separación de residuos, desde la generación hasta la disposición final; desarrollar programas de educación ambiental para concientizar a la comunidad sobre la problemática del manejo de residuos sólidos, su impacto en la salud y el ambiente; y plasmar los beneficios de una política de reciclaje que trascienda el espacio de la Universidad y permee la vida cotidiana de los diferentes actores que componen la Unidad con repercusiones benéficas en sus viviendas, colonias y delegaciones.

SeparaAcción UAM-C procura reducir, reusar y reciclar; seguir la vida de los residuos desde la cuna hasta la tumba; realizar la separación de los residuos de manera adecuada; involucrar en estas acciones a diversos programas curriculares educativos; generar valores civiles y sociales sobre protección al ambiente que produzcan cambios en hábitos de consumo, mediante tres objetivos estratégicos: a) maximizar la prevención, b) extender la valorización y c) minimizar la eliminación.

Por tanto, este programa fija la prioridad básica en la prevención o reducción de residuos, para que posteriormente se potencien los procesos de reutilización y reciclado. Al mismo tiempo, promueve prácticas que intentan cambiar nuestros hábitos de consumo, además de fomentar la corresponsabilidad en la gestión y abonar en la correcta protección del ambiente y la salud.

Por ello, la minimización, la reducción y la recuperación son las premisas de SeparaAcción que, gracias a cambios simples en el manejo de materiales y buenas prácticas de mantenimiento, pueden dar buenos resultados. En concordancia con la Agenda 21, la Unidad se incorporó a la reducción de desechos y al aumento máximo de la reutilización y el reciclado, prácticas cotidianas que impulsan su compromiso con el cuidado ambiental y la acercan a la sustentabilidad.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS**

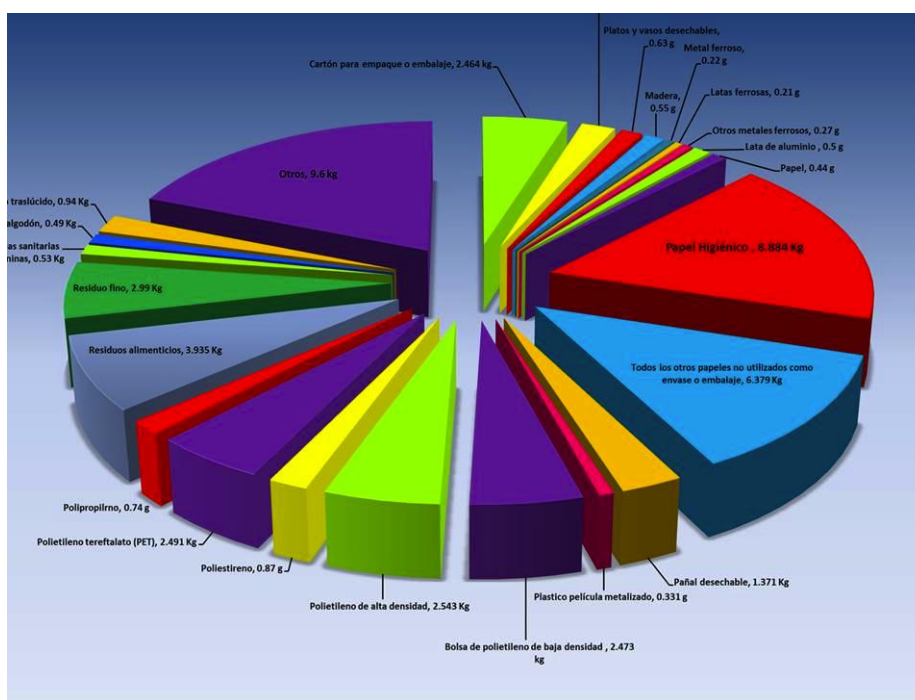
En el tercer trimestre de 2014, la población de la UAM-Cuajimalpa estaba compuesta por: 1375 alumnos, 293 administrativos y 208 profesores. La superficie total de la Unidad es de 3 hectáreas, 1 de ellas considerada área verde.

El cálculo de generación de residuos en esas fechas fue de 247.6 kg diarios, de los cuales 100 kg fueron residuos urbanos, 20 residuos de jardinería, y 117.6 kg de residuos orgánicos. La generación per cápita fue es de 0.132 kg (Figura 1).



**Figura 1.** Generación per cápita de residuos

A partir de la utilización de la técnica de cuarteo se logró conocer la especificidad de residuos que se generaban en la Unidad (Figura 2).



**Figura 2.** Tipos de residuos generados en la Unidad

Con base en estos datos, se plantearon acciones inmediatas, entre ellas cabe resaltar: concientizar a la comunidad de la UAM-C sobre la problemática de los residuos; cumplir con la legislación del D.F. sobre residuos sólidos y poner en práctica las Políticas Operacionales de la UAM-C e involucrar a toda la comunidad en la separación de los residuos generados.

El programa identificó tres 3 etapas de acción:

1a Etapa: separación en tres fracciones en pasillos, plazas, accesos y cafetería. Contenedores con capacidad de 229 litros y colores distintivos para hacer visual la clasificación.

2a Etapa: separación de papel, “toners” y envases recuperables en las oficinas académicas y administrativas.

3a Etapa: separación y atención adecuada a residuos de manejo especial provenientes de laboratorios, talleres, fotocopiado y mantenimiento. Diseño, equipamiento y puesta en marcha de la Planta de Composteo de la Unidad.

Para la primera etapa se propuso la creación de cuatro grupos de trabajo con diferentes tareas:

- 1.- Adaptación de la infraestructura
2. - Difusión y promoción
- 3.- Capacitación
- 4.- Evento inaugural

La subcomisión de adaptación de la infraestructura se dedicó a la tarea de elegir contenedores adecuados para hacer la separación de los residuos en tres montos: el primero de residuos con valor comercial: pet y peta, aluminio, tetrapak y vidrio; el segundo de residuos como: bolsas de plástico, restos de comida y servilletas, revistas, vasos y platos desechables, envolturas de comida, frituras, dulces, entre otros y, el tercero de reciclables como papel, pilas y teléfonos celulares. Asimismo, se planearon rutas de recolección interna y se elaboró el diseño del contenedor para almacenar los residuos separados, además, se contactó con la empresa recicladora. En la cafetería se instalaron y adaptaron las instalaciones para la ubicación de contenedores de residuos orgánicos y recuperación de líquidos.

En cuanto a la difusión y promoción del programa, se realizaron las siguientes acciones: el diseño e impresión de folletos limitados, el logotipo y el lema, la señalización, los adheribles de botes, las mantas de la campaña, y un concurso de diseño de camisetas que promovió la participación estudiantil.

Mientras tanto, la subcomisión de difusión organizó charlas para el personal de intendencia, de cafetería y jardinería, con la intención de involucrar a toda la comunidad en el programa y mantener un contacto permanente que permitiera aportar sugerencias y mejoras.

Finalmente, como parte de las acciones del cuarto grupo de trabajo, el 31 de octubre de 2014 se llevó a cabo el evento inaugural del programa *SeparaAcción*, en el cual el rector de la Unidad, el Dr. Eduardo Peñalosa, pronunció un mensaje a la comunidad, se realizaron diversos eventos culturales acompañados por una feria ambiental, donde se promovió un consumo saludable, juegos interactivos y consejos sobre cuidado ambiental.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe mencionar que el programa ha tenido un importante éxito. No sólo en la forma en que ahora se separan los residuos, sino también en prácticas concretas como: la promoción de una serie de compras donde vasos y utensilios desechables son amigables con el ambiente, la reducción de impresiones y folletos de la unidad, la puesta en marcha de un plan de bebederos, sustituyendo la compra de agua. Además, de promover el consumo de líquidos en termos que fueron regalados por la Rectoría para disminuir el consumo de vasos de cartón.

Por otra parte, se han promovido acciones donde los alumnos como parte de su formación académica asisten a prácticas que los involucran con el manejo y gestión de residuos. También varios académicos se han involucrado en investigaciones de corto y mediano plazo en relación a la temática. Y en un tiempo corto se pretende establecer lazos con las empresas de la zona de influencia, para mostrar los beneficios del programa. Como punto adicional, se han construido equipos interdisciplinarios e inter-divisionales para gestar un programa de composta con los residuos orgánicos de la cafetería, proyecto que tiene como sustento la participación de la comunidad universitaria tanto desde su creación y como hasta su manejo.

Además, el programa ha posibilitado la venta de más de una tonelada de residuos al reciclaje, y convencer al transporte público de recolección de no separar los residuos restantes en nuestro depósito final.

Es importante resaltar la labor de la Rectoría de Unidad en el programa. Desde su apoyo en la organización en una comisión que incluyó a diversos profesores de distintas disciplinas, así como en materia de financiamiento al programa, su promoción y permanencia. En este mismo sentido, la participación colectiva de múltiples actores ha permitido adoptar a *SeparAcción* como parte de su identidad.

#### 5. CONCLUSIONES

El programa de manejo integral de residuos sólidos en la UAM-C ha sido una labor ardua que implica una gran cantidad de esfuerzos conjuntos, pero también abre un abanico de posibilidades para ir transformando la relación hombre-naturaleza y nuestra huella en el entorno.

Fundamental ha sido la participación de todos los sectores que conforman la Unidad, desde los trabajadores administrativos, las autoridades, hasta los estudiantes y los profesores-investigadores. La participación conjunta e informada es parte del éxito de *SeparAcción*. Hoy la intención del proyecto es ir conformando una serie de acciones a favor del cuidado ambiental que impacten en la vida cotidiana de la comunidad de nuestra zona de influencia.

#### AGRADECIMIENTOS

El Mtro. Alfonso de la Torre orientó gracias a su conocimiento y pasión por el tema las acciones emprendidas en la UAM-C . Gracias Alfonso!!!

#### REFERENCIAS

- [1] Plan Verde del D.F. <http://www.planverde.df.gob.mx/ecomundo/49-residuos-solidos/404-basura-y-reciclaje-en-la-ciudad-de-mexico.html>.

## Aprovechamiento integral de residuos sólidos en el Instituto Tecnológico de Toluca

<sup>1</sup>Isaías De La Rosa Gómez, <sup>1</sup>Consuelo Hernández Berriel, <sup>1</sup>Maria del Carmen Carreño de León,  
<sup>1</sup>Leticia Colón Izquierdo

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Tecnológico s/n, col. Ex rancho La Virgen, C. P. 52140, Metepec, México. 01(722) 2087236. kivodelarosa@yahoo.com

### RESUMEN

Los residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos generados en el Instituto Tecnológico de Toluca son manejados en contenedores colocados en los edificios de las ocho carreras con que cuenta la Institución, con la identificación apropiada de acuerdo al residuo y a la carga; estos son seleccionados por estudiantes con el criterio de las 4 Rs. Los residuos reciclables se venden, obteniendo recursos económicos para la operación del Programa Ambiental Institucional y los residuos reusables se utilizan para elaborar materiales; en el centro de compostaje, composta y en el taller de Programa Ambiental Institucional; blocks, vasos, hilaturas de pet, entre otros para el uso de la población del Tecnológico. Los residuos de manejo especial llamado punto verde, se manejan por separado para encausarlos a los “reciclones”. Los residuos peligrosos, el Tecnológico coordina las actividades para su recolección en el valle de Toluca, vinculado con instituciones educativas, privadas oficiales y de la sociedad, manteniéndolos de tránsito y entregarlos al centro de acopio del municipio de Toluca para ser enviados a confinamiento. El aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos permite formar una cultura ambiental sustentable en la población de la institución, ahorro en el consumo de papel, el financiamiento en la operación del Programa Ambiental Institucional y apoyar la economía de los alumnos y de la Institución.

**Palabras clave:** *Programa Ambiental Institucional (PAI) Residuo, Reuso, Reciclado*



## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico de Toluca pertenece al Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST), que a su vez forma parte de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST).

El Instituto Tecnológico de Toluca es una Institución de educación superior tecnológica pública, ubicada en el municipio de Metepec, Estado de México. Un 1° de septiembre de 1972, inicia actividades como centro de estudios científicos y tecnológicos No. 137. En 1974, se transformó en el Instituto Tecnológico Regional de Toluca, instalado en el municipio de Metepec. Los niveles de escolaridad son carreras técnicas en laboratorios. En 1975 se inician con estudios a nivel superior con ingenierías industrial en producción, industria química y electromecánica con una población estudiantil de 400 alumnos, 50 catedráticos y 20 administrativos [1]. Actualmente el Instituto Tecnológico de Toluca oferta ocho carreras de ingeniería de acuerdo al modelo educativo del siglo XXI, y dentro del plan de estudios de cada carrera incluye la asignatura de Desarrollo Sustentable.

En cuanto al posgrado se ofrecen las maestrías en Ciencias en Ingeniería y maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental y el doctorado en Ciencias Ambientales.

La institución cuenta con el Programa Ambiental Institucional, el cual además de manejar y disponer de los residuos que genera la institución, Coordina programas ambientales con la sociedad estudiantil y fuera de la institución.

## 2. ANTECEDENTES

El Instituto Tecnológico de Toluca tiene más de una década de participar en el cuidado del medio ambiente y de educación ambiental formal.

En el 2002 se crea un programa denominado: Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA), cuya política era la disminución de impactos ambientales producidos en la realización de actividades escolares y de investigación; los principales objetivos serían el tratamiento y aprovechamiento de residuos derivados de las actividades académico-administrativas y de investigación, estructuración de un programa de Educación Ambiental y establecimiento del Ordenamiento Ecológico del Instituto. Sus áreas de trabajo, el manejo de residuos sólidos y el manejo de efluentes, la gestión y la educación ambiental. Se llevaron a cabo actividades de educación ambiental al interior de la Institución, así como el acopio de materiales como papel y cartón, PET y envases de tetrapak, trayendo como resultado la firma de convenios con empresas acopiadoras de materiales [1]. El programa pretendió incluir en la formación de sus estudiantes por medio de la creación de programas integrales para el cuidado del medio ambiente, como Educación ambiental, caracterización y manejo de residuos sólidos, manejo de residuos líquidos y gestión ambiental.

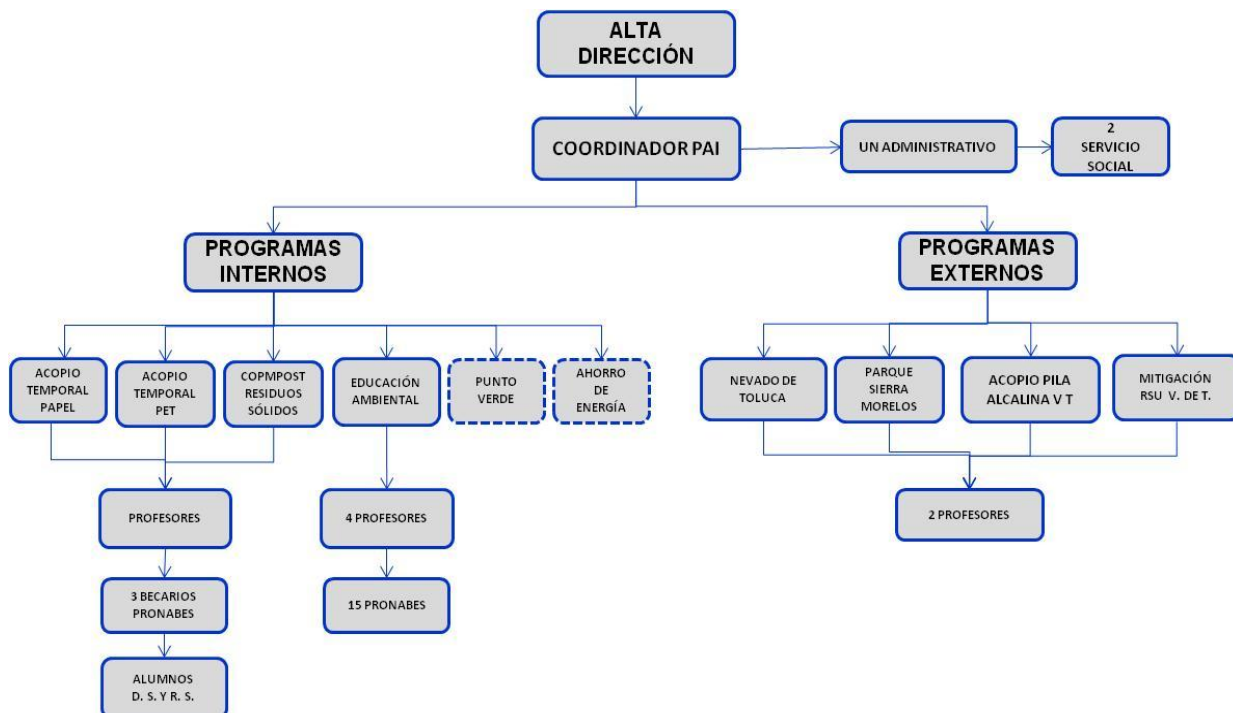
Recientemente, en el 2010, se crea el Programa Ambiental Institucional (PAI), pretendiendo inicialmente agrupar las actividades de educación ambiental formales y no formales y establecer vínculos con la sociedad para influir en la solución de problemas ambientales en la región. En el apartado siguiente se describen estas actividades.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LAS IES

En el Instituto Tecnológico de Toluca, crea en el 2010 el Programa Ambiental Institucional con el objetivo de manejar, controlar y disponer de los residuos generados; promover la participación de la población tecnológica en problemas ambientales de su institución y algunos del valle de Toluca, todos ellos vinculados con los diferentes estratos de la sociedad; definiendo para ello un Plan Ambiental Institucional cuyo objetivo general es servir como instrumento de referencia y consulta

que oriente a todo personal directivo, administrativo y docente así como a la población estudiantil respecto a la organización y funcionamiento del mismo, logrando que todos reciban los conocimientos necesarios para adquirir una conciencia ambiental tangible que puedan difundir entre la sociedad y hacer del Instituto Tecnológico de Toluca una institución ambientalmente sustentable y socialmente responsable [2] – [3].

Para dar cumplimiento al objetivo indicado el Plan Ambiental Institucional está conformado organizacionalmente como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Organigrama del PAI

Se describen solamente las funciones de los programas internos que es el objeto de este trabajo:

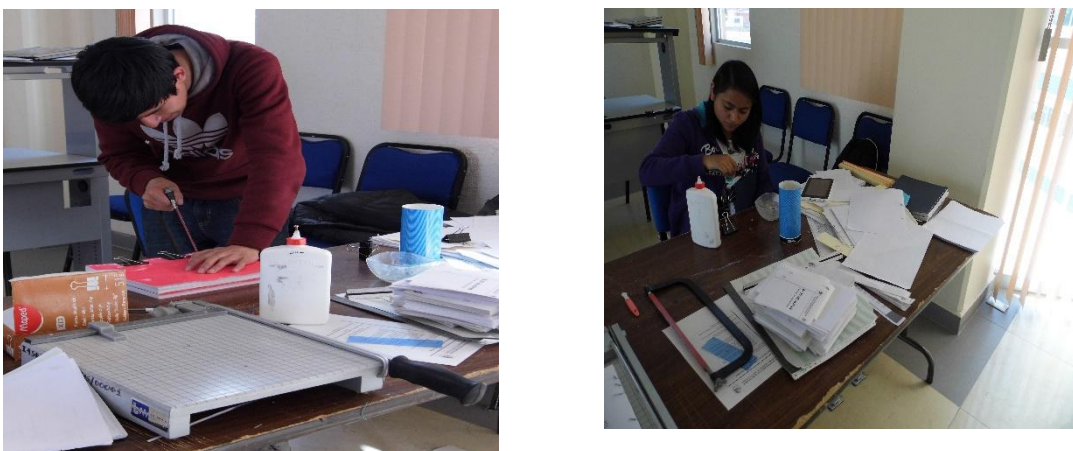
**Objetivo:** Reducir, reutilizar y disponer los residuos sólidos urbanos que genera la Institución en sus actividades docentes y de investigación, asegurándose de lograr mediante la educación ambiental, que los estudiantes comprendan y asimilen los conocimientos, formen valores y desarrollen conductas para garantizar la preservación de la vida [2].

Antes de describir el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos, se hacen dos consideraciones. **Financiamiento,** Se firman convenios con empresas para la recolección de los residuos reciclables (papel, cartón, pet, fierro, vidrio, aluminio, entre otros) obteniendo un puntaje que se canjea por necesidades en especie del programa. Esto hace que los programas internos del (PAI) sean autofinanciables. **Manejo de Residuos Sólidos Urbanos,** estos residuos se controlan en contenedores de plástico de alta densidad de 200 litros de capacidad rotulados con el nombre de la carrera, tipo de residuo, color del residuo y residuos que se deben depositar; los estudiantes de cada una de las ocho carreras depositan sus residuos separados en estos contenedores Figura 2.



**Figura 2.** Contenedores para depósito de RSU; izquierda, Ingeniería en Sistemas; derecha, Ingeniería en Logística

El manejo de los residuos se hace de acuerdo a un programa semestral, en donde estudiantes de servicio social recogen los contenedores en diablitos, los llevan a la bodega temporal de residuos, los separan en reciclables y reusables de acuerdo al criterio de las 4 Rs; después de esta operación los contenedores se regresan a su lugar; los materiales reciclables se envían periódicamente a la empresa contratada y los materiales para reuso; se llevan al centro de compostaje de la Institución para elaborar composta como los residuos sólidos orgánicos (RSO) y los materiales como el papel tamaño carta, algo de vidrio y algo de pet, se llevan al taller del (PAI), para la fabricación de algunas manualidades con el vidrio y pet y con el papel elaboración de blocks de diferentes medidas, los cuales son utilizados por el personal administrativo y estudiantes Figura 3.



**Figura 3.** Taller de reuso de papel

En eventos que la Institución lleva a cabo y en foros, ferias ambientales, visitas, etc. Se les obsequian blocks y bolsas de composta como una forma de promover el reuso de estos materiales.

Educación Ambiental: la Comisión de Educación Ambiental realiza permanentemente fuerte campaña de Educación ambiental a toda la población de la Institución, para dar a conocer que es el PAI y sus objetivos y funciones; esto se realiza por medio de pláticas de cinco minutos, carteles, página electrónica de la Institución, obsequio de blocks y composta, en estos eventos se pide que

ayuden a mantener permanentemente la imagen de orden y limpieza de la Institución “depositando la basura en su lugar”. También la comisión de Educación ambiental imparte pláticas y talleres en instituciones y escuelas del valle de Toluca para concientizar a la población en el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos.

Los residuos electrónicos y de computadoras, son acopiados por la comisión de Punto Verde, depositándolos en la bodega temporal de residuos y en las “Reciclones”, son entregados a la empresa para su reciclado.

La Comisión de Ahorro de Energía, está llevando un programa de cambio de lámparas ahorradoras en los edificios de cada una de las carreas, y promovió el cambio de calentamiento del agua de la alberca de caldera a celdas solares.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los residuos sólidos urbanos reciclables, que se generaron durante el 2014 y lo que va del 2015, se presentan en la Tabla 1. Los RSO, son los que se generan solamente en el comedor y el caso del papel blanco es generado por las áreas administrativas de la Institución. Los residuos que los estudiantes generan fuera del comedor y de los edificios los depositan en contenedores pares y los maneja el área de Recursos Materiales de la Institución.

**Tabla 1.** Residuos sólidos urbanos reciclables generados en el Instituto Tecnológico de Toluca

Residuo Sólido Urbano	2014 (Kg)	2015 (Kg) Febrero-abril
RSO	3047	1600
Cartón	278	391
PET	262	109
Papel blanco	2124	494
Tetrapak	26	12
Punto verde	2500	-
Periódico	260	148
Otros (Fe)	400	185

En la Tabla 2. Se presenta la cantidad de papel blanco para resuso generado en el 2014 y lo que se lleva del 2015. El residuo que más se genera después de los RSO, es el papel blanco para reciclar Tabla 1, y de este se separa el papel blanco para resuso Tabla 2.

**Tabla 2.** Papel para resuso generado en el Instituto Tecnológico de Toluca.

Residuo	2013 (Kg)	2014 (Kg)	2015 (Kg)
Papel	125	140	155

En la Tabla 3. Se presentan los blocks fabricados en algunos periodos, con el papel blanco para reuso en el taller de la Institución.

**Tabla 3.** Blocks de papel fabricados en el Instituto Tecnológico de Toluca

Blocks	2013 (Kg) Agosto-diciembre.	2014 (Kg) Agosto-diciembre	2015 (kg) Febrero-mayo
Chico	460	395	599
Mediano	200	88	293
Grande	65	186	431

La Comisión de Educación Ambiental, impartió conferencias y talleres sobre reuso de papel y aprovechamiento del agua, en otras Instituciones públicas y privadas, Tabla 4; dentro del Tecnológico se llevan a cabo pláticas de 5 minutos a los estudiantes de todas las carreras cada semestre.

**Tabla 4.** Talleres y conferencias impartidas por la comisión de Educación Ambiental

Actividad	2014 (número)	2015 (número)
Taller	2	5
Conferencia	4	12

Como se puede apreciar en la Tabla uno la cantidad de papel blanco que se genera en un año es alta al igual que los otros residuos que se están controlando, esto plantea la necesidad de llevar a cabo actividades de gestión [7]-[8], la cual se puede realizar en tres dimensiones, la primera refiere al manejo directo de los residuos control, manejo y disposición final; la segunda relaciona el entorno formado por instituciones, organizaciones y personas encargadas del manejo directo de los residuos y la tercera dimensión es la más importante porque relaciona a las dimensiones anteriores en donde las instituciones, las personas y el medio ambiente natural (agua, suelo aires, otros seres vivos) [9]; con esta base y considerando las reglas de las 4Rs, es como en el Instituto Tecnológico de Toluca se están manejando los residuos sólidos urbanos, con el fin de tener un ambiente sano, crear conciencia ambiental y responsabilidad social en la población Tecnológica.

Existen diferentes tipos de residuos sólidos y en función de sus características y origen, se les clasifica en tres grandes grupos: Residuos peligrosos (RP), Residuos de manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU) [4]. Los tres tipos de residuos requieren de estrategias y metodologías específicas para su control, manejo y disposición final [5]; cómo podemos apreciar en los resultados de la Tabla 1, la generación de residuos en Instituto Tecnológico de Toluca, se encuentran residuos sólidos urbanos, residuos sólidos orgánicos y residuos de manejo especial (punto verde), lo cual es un reflejo a nivel micro de lo que sucede a nivel país y planeta.

En la actualidad, el crecimiento demográfico está asociado con la generación y cambio en la composición de los RSU, superando la capacidad de la biósfera para autodepurarlos y reintegrarlos nuevamente, provocando un impacto social, económico y ambiental que repercute en la calidad del medio ambiente y de las personas [4]; esto se refleja por la generación de fauna nociva, agentes transmisores de enfermedades como la plaga bubónica y la muerte negra que ha causado estragos en la población [6]; como se indica en la metodología del documento, la Institución para contrarrestar los efectos nocivos de los residuos, diseñó un plan para aprovechar las amenazas de los residuos y transformarlos en oportunidades y las debilidades de la administración por el manejo inadecuado que se tenía de los residuos, se han transformado en fortalezas; en general los residuos que genera la

Institución se están aprovechando para mejorar la calidad de vida de la población tecnológica y de su entorno, ayudar en la economía de los estudiantes y de la administración por el hábitos que se están formando en la utilización de papel de reuso en la actividad docente y administrativa de la Institución.

## 5. CONCLUSIONES

Los residuos sólidos orgánicos son los que más se generan en la institución, seguida del papel blanco para reciclar.

El papel blanco para reusar fue poco el que se obtuvo en los años 2013 y 2014, en relación al primer semestre del 2015, debido a que no estaba funcionando el taller normalmente; se estima que por semestre pueden generarse hasta 400 kg.

Se puede incrementar la producción de blocks a medida que se realice buena separación del papel blanco para reuso.

Es posible crear conciencia ambiental en la población tecnológica a la medida que se cuente con programas bien estructurados y se lleven a cabo responsablemente actividades de Educación Ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Escalante Cortéz I., De la Rosa Gómez I. Plan Ambiental Institucional del Instituto Tecnológico de Toluca. Primera edición. 2012. Toluca, México. 169.
- [2] Zavala Arce R. E., García Gaytán B., Colón Izquierdo L. Plan Ambiental Institucional del Instituto Tecnológico de Toluca. Sistema Integral de Gestión Ambiental SIGA. Primera edición. 2006. Toluca, México.
- [3] Escalante Cortez I. Desarrollo del Plan Ambiental Institucional del Instituto Tecnológico de Toluca 2013. Tesis. Toluca, México. 76. México.
- [4] Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 2012. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma aplicada el 04 de junio de 2012. México, D. F.
- [5] Hernández Contreras G. I. Estudio Comparativo entre los Métodos: Número más Probable y Filtración por Membrana para la Cuantificación de Microorganismos Anaerobios en Lixiviados. 2013. Tesis. Toluca, México. 76.
- [6] Tchobanoglus G. H., Theisenand S. Gestión Integral de Residuos Sólidos en Evacuación de Residuos Sólidos Rechazados. McGraw-Hill- Interamericana de España, S. A. México D. F. Vol. I. 407-409.
- [7] Barrera R. Compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos. Aplicación de Técnicas Respirométricas en el Seguimiento del Proceso. 2006. Departamento de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- [8] Ballesteros Trujillo M. Composteo de Residuos Orgánicos del Instituto Tecnológico de Toluca. 2014. Tesis. Toluca, México. 52.
- [9] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2012. Diario Oficial de la Federación, 8 de octubre de 2003. Última reforma publicada el 30 de mayo de 2012.

## Evaluación del Programa “Separación por un mejor UAMbiente” Avances y retos

Rosa María Espinosa Valdemar, Sylvie Turpin Marion, Alethia Vázquez Morillas, Roberto Carlos Vázquez Solís, Alfonso de la Torre Vega y Adriana de la Luz Cisneros Ramos

Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco, C.P. 02200, México, D. F. Tel. 5318-2196, correo: separacion@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

*Separación* por un mejor UAMbiente, el programa de manejo de residuos de la UAM-Azcapotzalco, se ha consolidado como un proyecto integral que involucra actividades de operación, docencia e investigación. Gracias al esfuerzo de la institución, al compromiso de sus integrantes y a la participación de la comunidad, se han recuperado y enviado a reciclaje más de 98 toneladas de residuos. Entre sus fortalezas destacan el contar con una infraestructura adecuada, ser identificado por la mayor parte de la comunidad universitaria y reconocido como uno de los elementos que conforman la identidad de la Unidad. Sin embargo, su operación presenta aún desafíos importantes. Los análisis más recientes indican valores bajos de recuperación de materiales, que se deben a una combinación de factores que incluyen la complejidad de mantener un programa permanente de capacitación, y la dificultad de convencer a una mínima porción de la comunidad renuente y los cambios en los hábitos de consumo. Además de reforzar la separación de residuos en áreas abiertas y oficinas, es necesario incorporar a los residuos de manejo especial y peligrosos generados en la institución. Aunque se tienen avances relevantes en algunas corrientes específicas de residuos, como el papel y cartón, se deberá generar un plan de acción que permita desarrollar dichas acciones en forma priorizada, sistemática y ordenada

**Palabras Clave:** *manejo de residuos, proyecto integral*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), es una institución pública situada en el norte de la Ciudad de México, tiene una superficie de 20 ha., de las cuales 13 están construidas y 7 son áreas verdes; cuenta actualmente con una población de alumnos mayor a 15 000 y la de trabajadores tanto docente-investigador como administrativo se eleva a 2800.

## 2. ANTECEDENTES

En el año 2003, fecha de publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [1] y de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF) [2], la UAM-A realizó un diagnóstico del manejo de sus residuos, que mostró que se generaba alrededor de 1.7 t/día de residuos sólidos urbanos (RSU), de los cuales el 22 % eran residuos de jardinería; lo que, restando éstos, representaba una generación per cápita de 0.1 kg/día [3]. Estos residuos eran depositados en un espacio abierto, mezclando los urbanos con los de manejo especial y peligrosos de laboratorio y enfermería. La pepena era frecuente, sobre todo por parte de trabajadores, en búsqueda de latas de aluminio, papel y cartón. Finalmente, se entregaban sin separación al servicio de recolección de la Delegación Azcapotzalco, el cual era irregular, obligando a la contratación eventual de un servicio privado costoso.

Ante esta situación un grupo de profesoras expertas en el manejo de residuos, apoyadas por un grupo multidisciplinario de trabajadores, alumnos y profesores, desarrolló un programa de gestión integral de los residuos en la Unidad, que permitiera cumplir con los siguientes objetivos: 1) concientizar a la comunidad universitaria sobre la problemática de los residuos, 2) cumplir con la legislación ambiental en materia de residuos sólidos del Distrito Federal y 3) involucrar a toda la comunidad en la separación de los residuos.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS

### 3.1 Diseño del programa

Desde su inicio el programa contempló tres etapas:

*Primera etapa:* separación de los residuos en “Recuperables” (envases de PET, aluminio, vidrio y multicapas) y “No recuperables” (todo lo demás), generados en áreas abiertas, accesos y pasillos de la planta baja de la Unidad, por parte de la comunidad al momento de depositar sus residuos en los recipientes blancos y rojos diseñados especialmente para ese propósito. Recolección separada de los residuos por parte de los trabajadores de limpieza. Separación de los residuos en “orgánicos”, recuperables” y “lo demás” en la cafetería y las cocinetas departamentales, por parte de los comensales. Atención a los residuos biológicos infecciosos del servicio médico.

*Segunda etapa:* separación de los residuos en las mismas categorías, generados en los pasillos de los tres pisos superiores de los edificios de la Unidad y en áreas de oficinas administrativas y académicas, así como la recuperación de papel de desecho en oficinas. Recolección separada de los residuos por parte de los trabajadores de limpieza.

*Tercera y última etapa:* Tratamiento de los residuos orgánicos, tanto los de la cafetería como los de poda, mediante el diseño, equipamiento y puesta en marcha de una planta de composta y/o un biodigestor; atención a los residuos de manejo especial como los de talleres, laboratorios, áreas de fotocopiado y talleres de mantenimiento, y los cartuchos de impresoras; acopio, recolección y almacenamiento de los residuos peligrosos generados en laboratorios y talleres para su tratamiento ulterior por empresas especializadas.

El Programa *Separación* inició oficialmente el 31 de octubre de 2003. A más de diez años de su puesta en marcha se han generado diversos reportes y artículos que describen más a detalle las formas de separación de los residuos, aspectos técnicos diversos y resultados alcanzados [3] - [8].

### 3.2 Operación del programa

*Separación* es un programa en el que confluyen actividades operativas, docentes, y de investigación. Cuenta con una coordinación, y funciona a través de recursos proporcionados por la Secretaría de Unidad, que son gestionados por la Oficina de Gestión Ambiental (OGA), que participa también en la toma de decisiones relacionadas con el programa. Su operación requiere de la participación de distintos actores.

#### 3.2.1 Acopio de residuos recuperables

A partir del 2005 se lleva el registro de los materiales recuperados que se envían a reciclaje, estos materiales son: PET, latas de aluminio, papel, cartón, vidrio y envases multicapas (Tetrapack®), los tres primeros se venden y para los otros existen convenios con pago en especie.

Separación en áreas abiertas

A principios de 2014 se determinó la eficiencia del programa para recuperar PET, aluminio, vidrio y envases multicapas (Tetrapack®) en las áreas abiertas. Para ello se comparó la masa de materiales enviados a reciclar con la generación total de los mismos.

Separación en oficinas

La planeación de esta etapa inició en 2007, y en 2010 se instalaron botes especialmente diseñados en 39 áreas piloto. En 2014 se realizó una evaluación del programa, en la cual se verificó su eficiencia para separar los “recuperables” desechados en las áreas estudiadas.

#### 3.2.2 Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial (RME) actualmente considerados son el papel y cartón, los toners y cartuchos de impresión, los residuos electrónicos, las pilas, los residuos de jardinería y las lámparas fluorescentes. En la Tabla 1 se presenta la forma de manejo de cada uno de estos residuos.

**Tabla 1.** Avance en las distintas corrientes de residuos de manejo especial

Residuo de manejo especial	Diagnóstico	Acopio	Envío a reciclaje o aprovechamiento
Toners y cartuchos		x	x
Electrónicos		x	x
Pilas		x	x
Jardinería	x	x	
Lámparas	x		
Papel y cartón		x	x

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Acopio de residuos recuperables

El desglose de los materiales recuperados se presenta en la Figura 1. Se observa que el PET, que entre 2005 y 2007 tenía una alta generación, en los años siguientes disminuyó de manera importante, lo cual coincide con la instalación de los bebederos en la Unidad. Los envases multicapas presentan un comportamiento irregular que está asociado a las decisiones que se toman en la cafetería sobre la presentación de los alimentos que se consumen. El aluminio en envase es un material que debido a su alto costo en el mercado es muy atractivo, y se presenta una pre-pepena en los botes blancos, lo cual se ve reflejado en los datos mínimos de la generación. El vidrio presenta una generación que va disminuyendo paulatinamente y que probablemente se deba a que se está desplazando por materiales como el PET y otros plásticos. La generación de papel y cartón presenta los valores más altos, con picos debidos a la destrucción de archivos muertos.

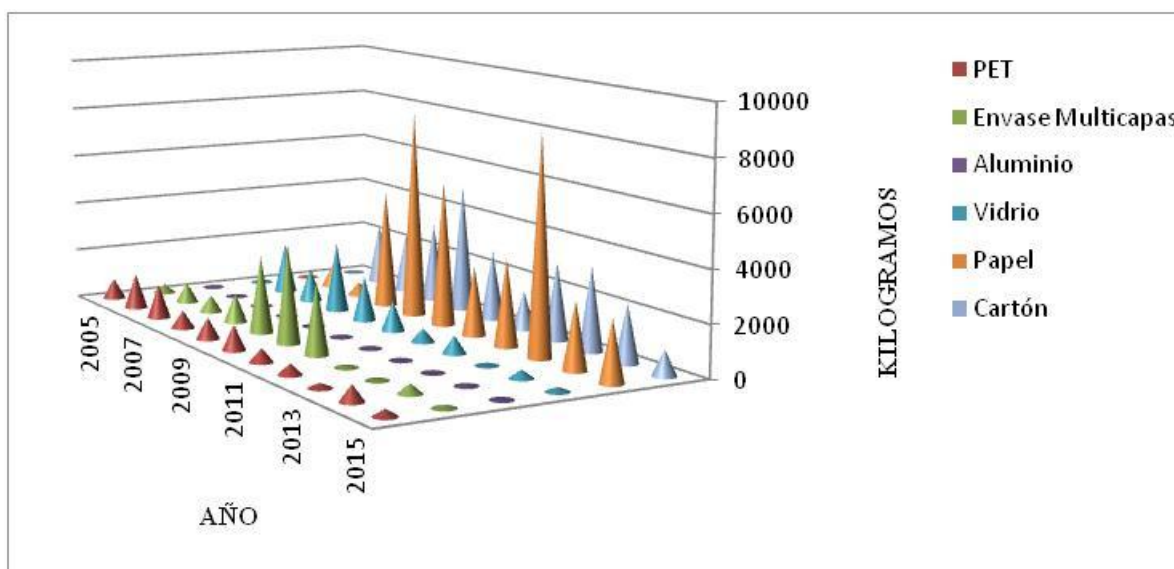


Figura 1. Materiales recuperables enviados a reciclaje

#### 4.1.1. Separación de recuperables en áreas abiertas

Los resultados de la evaluación de la eficiencia de separación en las áreas abiertas se presentan en la Tabla 2. Se observa una eficiencia muy baja, menor al 10%, para la recuperación de aluminio, vidrio y PET. Los envases multicapas o Tetrapack® presentan un valor considerablemente más alto, que puede deberse a la separación directa de este tipo de envases en la cafetería. En el caso de los otros materiales, los bajos niveles de recuperación se deben a:

- Mala colocación de los residuos en los botes por parte de la comunidad, debido a desinformación o desinterés
- Falta de capacidad en los botes de algunas zonas o recolección insuficiente por parte de intendencia
- Mezclado de las bolsas de residuos por una proporción baja de los intendentes

**Tabla 2.** Eficiencia de acopio de materiales recuperables en botes blancos y rojos

Estudio de composición trimestre 14-I						
Cálculos con base en reportes de materiales enviados a reciclaje						
Subproducto	Masa (g)	%	Masa generada diariamente (kg)	Masa recuperada enero-abril 2014 (kg)	Masa recuperada x día	% de recuperación
		masa de subproducto / masa total x 100	porcentaje 932.45 kg de RSU generados por día /100	suma de residuos enviados a reciclar en el periodo	masa recuperada / 80 días hábiles en el periodo	masa recuperada por día / masa generada diariamente por 100
Aluminio	371	1.05	9.79	21	0.26	2.68
Vidrio	998	2.81	26.20	84	1.05	4.01
Envase multicapas	483	1.36	12.68	220	2.75	21.69
Cartón	1568	4.42	41.21	713	8.91	21.62
PET	3079	8.68	80.94	248	3.10	3.83
Papel	4800	13.53	126.16	872	10.90	80.56

Aunque no se cuenta con un cálculo similar para periodos previos, se tiene la percepción de que la eficiencia es menor a la registrada en años anteriores. Entre los factores que pueden provocar este efecto se encuentra la problemática relacionada con las contrataciones del personal de Separación en 2013, que modificó las actividades realizadas por los operarios.

#### 4.1.2 Separación en oficinas

Se encontró un funcionamiento muy variable en las diferentes áreas, con un promedio general de recuperación de alrededor del 20%; es decir, alrededor del 80% de los recuperables se coloca en un espacio incorrecto de los botes o en otros contenedores ubicados en las áreas. Incluso se detectó que en algunas secciones los usuarios habían volteado o sacado los botes para no usarlos. Estas problemáticas pueden asociarse a dos factores principales: baja participación por parte del personal de las áreas, que sigue utilizando sus botes personales y al diseño, capacidad y ubicación de los contenedores, que no propicia su utilización

#### 4.2 Residuos de manejo especial

A continuación se describen los avances relacionados con cada tipo específico de residuo.

##### 4.2.1 Papel y cartón

En 2014, por ejemplo, se enviaron a reciclar 1996 kg de papel y 1802 de cartón, los cuales llegaron al centro de acopio de manera directa. Las cifras son muy variables, con picos significativos cuando ocurre un retiro de archivo muerto. Por otro lado, lo que la comunidad deposita en los botes blancos y rojos, a razón de 7 kg por día, no se separa y es recolectado por el camión de la Delegación.

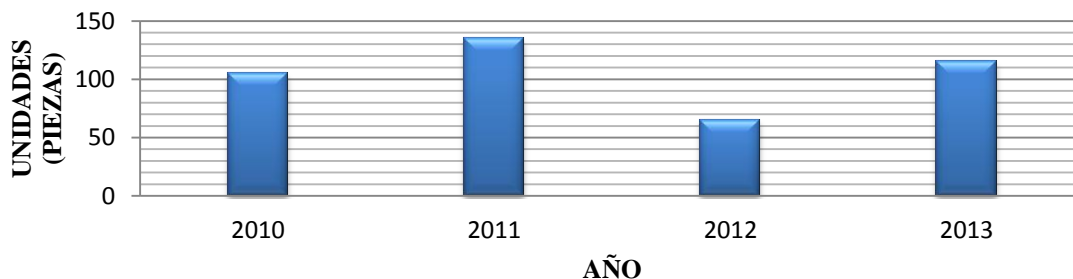
#### 4.2.2 Toners y cartuchos

A pesar de que no existe un mecanismo establecido para su recolección, varias instancias de la unidad solicitan la recolección o envían sus toners al centro de acopio. No se ha hecho alguna campaña o comunicado al respecto. Los toners y cartuchos marca HP que se acopian son enviados a reciclaje a través del programa Planet Partners de la empresa HP. Los cartuchos y toners de otras marcas se gestionan a través del Recicladrón organizado por la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA). En promedio se acopian 100 toners mensualmente, el total recuperado en seis años es de casi 3210 piezas.

#### 4.2.3 Residuos electrónicos

No existe información respecto a la generación de residuos electrónicos en la unidad, ya que los equipos que se dan de baja, se almacenan en distintos sitios y la práctica común ha sido formar lotes para su venta o donación. Esta actividad es manejada por la sección de Patrimonio. La Oficina de Gestión Ambiental (OGA) ha organizado desde 2011 el Festival Tlazolhteotl, en el que los integrantes de la comunidad pueden entregar los residuos electrónicos que han generado en forma particular. En 2014 y 2015 la UAM-A fue sede del Recicladrón organizado por la SMA y la empresa PROAMBI. En este programa se invita a la comunidad universitaria y a la que se encuentra en el entorno a entregar sus residuos electrónicos.

Los resultados del acopio a través del festival organizado por la OGA (Figura 2) muestra el número de piezas acopiadas que corresponden básicamente a: equipos de cómputo, audio, teléfonos, electrodomésticos, artículos de oficina, video y televisores.



**Figura 2.** Número de Unidades recopiladas durante el Festival Tlazolhteotl

Cuando la UAM-A fue sede del RECICLATRON, en 2014 la unidad entregó 326 equipos dados de baja, en total se recolectaron 14.7 toneladas de residuos electrónicos. En 2015 fueron 16.3 toneladas, en ambos casos están considerados los residuos que entregaron la comunidad universitaria y la que se encuentra en el entorno, la empresa PROAMBI se encarga de su reciclaje.

#### 4.2.4 Pilas

No existe un acopio oficial de pilas en la unidad, sin embargo, algunos integrantes de la comunidad las entregan en el Centro de acopio o en la OGA. Se recibe aproximadamente 1 kg de pilas por mes, que se entrega en los recicladores o se deposita en las columnas que ha instalado el gobierno local. En el RECICLATRON 2014 se colectaron 550 kg de pilas.

#### **4.2.5 Residuos de jardinería**

Existen varios diagnósticos de la generación de estos residuos, y se han hecho varios ensayos con composteo en pilas, sin embargo no hay nada formal en marcha. Existen dos proyectos para el tratamiento de estos residuos, uno es mediante composteo y otra a través de un biodigestor anaerobio, cuyo proyecto se encuentra en diseño. Ambos proyectos cuentan con la aprobación de la Secretaría de la Unidad, pero falta asignar los recursos y ponerlos en marcha.

#### **4.2.6 Lámparas fluorescentes**

De acuerdo con el diagnóstico de 2014 sobre la generación y manejo, se desechan, debido a su sustitución, alrededor de 3,500 lámparas al año, las cuales se depositan en el centro de acopio hasta su recolección por parte de la delegación, generando un riesgo y problema ambiental debido a su contenido de vapores de mercurio.

#### **4.3 Residuos peligrosos**

Aunque se han realizado diagnósticos en talleres y laboratorios específicos, se desconoce el volumen de residuos peligrosos generados en las actividades de docencia e investigación. Generalmente se gestiona su disposición a través de los departamentos, aunque en ocasiones se llegan a depositar con los residuos urbanos o a verterse en el drenaje. Los residuos biológico-infecciosos que se generan en la unidad se concentran en el servicio médico. De acuerdo con el estudio realizado en 2014 se generan 64.7 kg por año. Estos residuos se separan en contenedores adecuados que posteriormente son recolectados por la empresa MEDAM S. A. de C. V

### **5. CONCLUSIONES**

A más de diez años de su creación, Separación ha generado avances significativos y relevantes en el manejo de los residuos en la UAM-Azcapotzalco. Sin embargo, es necesario analizar y revisar los resultados obtenidos, con el fin de generar estrategias que permitan su fortalecimiento. Este trabajo deberá realizarse a partir de un trabajo profundo de análisis que permita la toma de decisiones viables, que respondan tanto a los objetivos del programa como a las necesidades y condiciones de la institución.

A partir de la información presentada en este documento pueden detectarse desde ahora algunos puntos que requieren atención:

- Se observa la necesidad de reforzar la separación de residuos recuperables en áreas abiertas y oficinas. Ello requerirá de una intensa campaña de difusión y capacitación de los distintos actores que participan en el programa.
- Aunque se tienen avances en la gestión de algunas corrientes de residuos de manejo especial y peligrosos, es necesario definir una estrategia que permita avanzar en forma paulatina pero ordenada en la gestión integral de estos tipos de materiales.
- Se presentan importantes áreas de oportunidad con algunos tipos de residuos o actividades universitarias específicas. Tal es el caso de los residuos de poda y los que se generan en la cafetería de la unidad. Aunque se tienen varios proyectos en puerta, es necesario valorarlos y seleccionar las opciones que presenten una mejor relación costo-beneficio y viabilidad de implementación.

La construcción de un programa de manejo de residuos es, por definición, una tarea permanente, pues responde a las necesidades de una comunidad diversa, dinámica y en constante evolución. En

la UAM-A se cuenta con una base sólida, generada a partir de un gran esfuerzo tanto personal como institucional; el trabajo conjunto permitirá avanzar en la consolidación de este programa, y cumplir así con el compromiso de toda institución de educación superior, de participar en la construcción de una sociedad que realice un manejo racional y sustentable de los recursos naturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEMARNAT (2003). Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, 8 de octubre 2003.
- [2] SMA (2003). Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 22 de abril 2003.
- [3] Espinosa Valdemar .R.M., Turpin Marion. S y De la Torre Vega.A. (2004). Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la UAM-Azcapotzalco: Diseño y Puesta en Marcha de la Primera Etapa. Memorias. XIV Congreso Nacional de la FEMISCA Mazatlán, Sin., México
- [4] Espinosa Valdemar.R.M., Turpin Marion.S., De la Torre Vega.A. y Polanco Segovia.G. (2006). Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la UAM Azcapotzalco Memorias, 1er Coloquio Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. México, D.F.
- [5] Espinosa Valdemar.R.M., Raygoza Maceda.I., Turpin Marion.S., Delfín Alcalá.I., Polanco Segovia.G. y De la Torre Vega.A. (2007). Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la UAM-A. Una experiencia camino al éxito. Memorias. 1er Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. Mexicali, B.C., México.
- [6] Espinosa Valdemar. R. M., Turpin Marion. S., Polanco Segovia. G., De la Torre V. A., Delfín Alcalá. I. y Raygoza Maceda. I. (2008). Integral urban solid waste management program in a mexican university. Waste Manage. 28, 27-32.
- [7] Espinosa Valdemar R.M., Turpin Marion S., Vázquez M.A., De la Torre Vega. A. y Vázquez Solís R.C. (2011). Separación a siete años de su nacimiento: Los avances hacia la consolidación. Memorias. 4º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos y 4º Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos, México D.F...
- [8] Espinosa Valdemar R.M., Turpin Marion S., Vázquez Solís. R.C., Vázquez Morillas A., Cisneros Ramos A., De la Torre Vega A. y García García B.A. (2013). La gestión ambiental en una institución de educación superior asociada a las prácticas de separación y recuperación de residuos. Rev. Int. Contam. Ambie. 29 (Sup. 3) 49-57.

## Diagnóstico inicial de la generación y composición de los residuos sólidos en la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana

<sup>1</sup>Griselda González Cardoso, <sup>2</sup>Rocío Jiménez Hernández, <sup>3</sup>Beatriz Alejandra García García

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180 Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Delegación Azcapotzalco, Distrito Federal, México, Tel:(52 55) 5318-9000 ext. 9074, grgc@correo.azc.uam.mx.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Rectoría General

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

### RESUMEN

La rectoría general de la Universidad Autónoma Metropolitana, actualmente no cuenta con un plan de manejo de sus residuos sólidos, por lo que no se tiene un manejo integral de los mismos. Con el fin de obtener las bases para la creación de un plan se realizó un estudio de generación y composición de residuos. En dicho estudio se encontró que se generan cerca de 400 kg de residuos, sin considerar los generados en el comedor y áreas verdes, de los cuales el 7% corresponde a cartón, el 20% corresponde a papel blanco, y el 36% a residuos plásticos y de estos el 4% corresponde a PET (polietilentereftalato), residuos que son susceptibles a revalorización, y que recuperados junto con el aluminio, el tetrapack, el papel de color y el vidrio podrían acumular cerca del 43% de residuos lo que representa 172 kg de residuos recuperados al día.

**Palabras Clave:** *Estudio de generación, Residuos sólidos, Universidad*



## **1. INTRODUCCIÓN**

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) cuenta con 5 unidades educativas (Azcapotzalco, Cuajimalpa, Iztapalapa, Lerma y Xochimilco), coordinadas por la Rectoría General, cuya ubicación física se encuentra en Prolongación Canal de Miramontes 3855 Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Delegación Tlalpan, C.P. 14387 México, D.F.

Las actividades que se realizan en la Rectoría son administrativas y cuenta con dos edificios, unidos por un puente, que juntos son llamados edificio A, el primero de cinco pisos y el segundo de cuatro, donde existe un total de 902 trabajadores.

Se realizó un diagnóstico inicial de los residuos generados en la Rectoría General, que permitiera tener la línea base de información para el planteamiento de un plan de manejo de los residuos sólidos que son generados por las actividades y para cumplir con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.

## **2. ANTECEDENTES**

Los residuos en la Rectoría General se generan en el comedor, áreas verdes, oficinas, estacionamientos, almacén general, consultorio médico, cocinetas y sanitarios los cuales no son cuantificados.

### **2.1 Residuos generados en el comedor**

Los residuos del comedor se clasifican en dos orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos son separados desde la preparación de los alimentos hasta los residuos de comida de los platos ya utilizados. Los inorgánicos consisten en residuos de empaques de los alimentos (cartón, envases de polietileno de alta densidad y papel). Cada tipo de residuo es colocado en una bolsa plástica colocada en uno de los ocho contenedores existentes, que al llenarse o terminar la jornada de trabajo es cerrada con un nudo simple y transportada al almacén temporal.

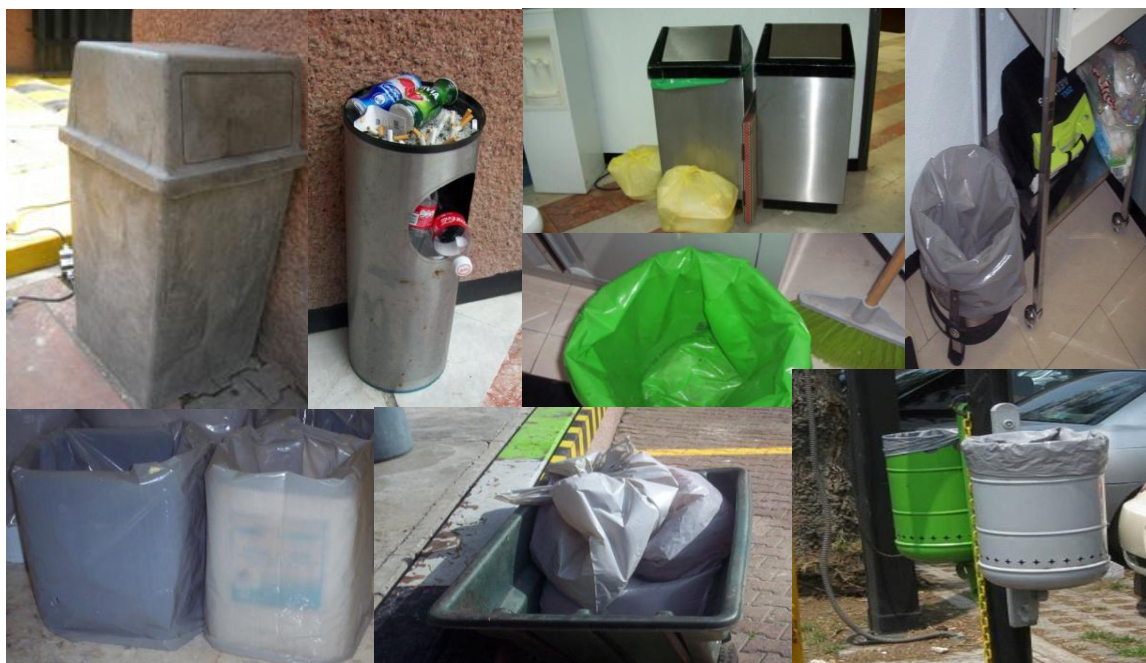
Los residuos orgánicos son recogidos, dos veces por semana, por un particular, y son utilizados para alimentar ganado. Los residuos inorgánicos son recolectados los lunes, miércoles y viernes, a las 7:00 am por el servicio de limpia de la Delegación Tlalpan.

### **2.2 Residuos de poda generados en áreas verdes**

Los residuos de poda son generados por el mantenimiento de las áreas verdes, constituidos por ramas, hojas y pasto. Estos residuos son generados en el área y transportados al almacén temporal de residuos en carretillas y son recolectados los martes y jueves a las 7:00 am por el servicio de limpia de la Delegación Tlalpan.

### 2.3 Residuos sólidos generados en el resto de la rectoría

Los residuos generados en el resto de la Rectoría General son depositados en diversos contenedores sin forma, color, tamaño ni ubicación determinada, o bien en zonas de poco tránsito que ocasionan daños estéticos a la institución en la Figura 1 se muestran los contenedores utilizados.



**Figura 1.** Tipos de contenedores utilizados en la Rectoría General

Una vez que los residuos fueron generados y depositados en algún contenedor, éstos son recolectados por el personal de intendencia en bolsas grandes y transportados al almacén temporal el cual es un área techada con ventilación natural donde se cuenta con cuatro contenedores de apropiadamente un metro cubico como muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Almacén temporal de Residuos

Estos residuos son recolectados por el servicio de limpia de la delegación, junto con los inorgánicos generados en el comedor, los lunes, miércoles y viernes, a las 7:00 a.m.

De acuerdo al manejo actual de los residuos generados en la Rectoría General es necesario realizar un diagnóstico inicial donde se contemple en primer instancia la cuantificación para conocer cuánto se está generando, y poder realizar un planteamiento de un plan de manejo el cual es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación, así como determinar las composición y la cuantificación de los subproductos para maximizar la valorización de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y social.

### **3. ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

A continuación se describen los objetivos y métodos utilizados para realizar el estudio de generación y composición de residuos sólidos.

#### **3.1 Objetivo**

Analizar la generación y composición de los residuos sólidos de la rectoría general de la UAM.

#### **3.2 Métodos**

Los estudiantes de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental de la UAM, unidad Azcapotzalco, en el curso llamado “Taller de residuos sólidos urbanos y suelos”, fueron convocados por la Coordinación General de Vinculación y Desarrollo Institucional, con el fin de generar información para el análisis de la generación y composición de los residuos sólidos generados en la rectoría general de la UAM.

Para determinar la generación *per capita* de los residuos sólidos provenientes de las diferentes áreas de la Rectoría General, se empleó la NMX-AA-61-1985 [1] adaptada a la institución, debido a que la Rectoría General trabaja de Lunes a Viernes, se decidió cuantificar la generación de residuos durante la semana del lunes 27 al viernes 31 de mayo del 2013 en un horario de 8 a 18 horas, por lo que se colocó una báscula en el almacén temporal de residuos y con el apoyo del personal de la Coordinación de Vinculación de la Rectoría se realizó el pesaje y registro del peso de los residuos recolectados por personal de intendencia de la Rectoría General.

El cuarteo se realizó de acuerdo a la norma mexicana NMX-AA-015-1985 [2] el día jueves 30 de mayo por los alumnos de la UEA “Taller de residuos sólidos urbanos y suelos” del trimestre 13-P cabe mencionar que no se consideró los residuos de comida, ni los de jardinería y fue para los residuos generados del día miércoles 29 de mayo debido a que la UEA se imparte martes y jueves

Para la selección de subproductos fue de acuerdo a la NMX-AA-022-1985[3] y fue separada en 20 subproductos: Aluminio, cartón, envases multicapa (tetrapack), madera, de manejo especial (lámparas incandescentes, toners y baterías), materia orgánica, metal, papel blanco, papel de color, plásticos (PET-Polietilentereftalato-, PEAD-Polietileno de alta densidad-, PVC-Policloruro de vinilo-, PEBD-Polietileno de baja densidad-, PP –Polipropileno-, PS –Poliestireno- y Otros plásticos), Residuos finos, Residuos sanitarios (papel sanitario, pañales y toallas femeninas), Textiles y Vidrio. Cada fracción se pesó y se calculó el porcentaje de generación; además se realizaron las pruebas de peso volumétrico según la NMX-AA-19-1985 [4].

La composición química de la muestra fue realizado en los laboratorios de docencia de la UAM-Azcapotzalco y se determinó pH [5], humedad [6], cenizas [7], materia orgánica [8], nitrógeno total [9], relación carbono nitrógeno [10].

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de generación de residuos sólidos de la semana del 27 al 31 de mayo del 2013 se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Generación de residuos sólidos en la Rectoría General

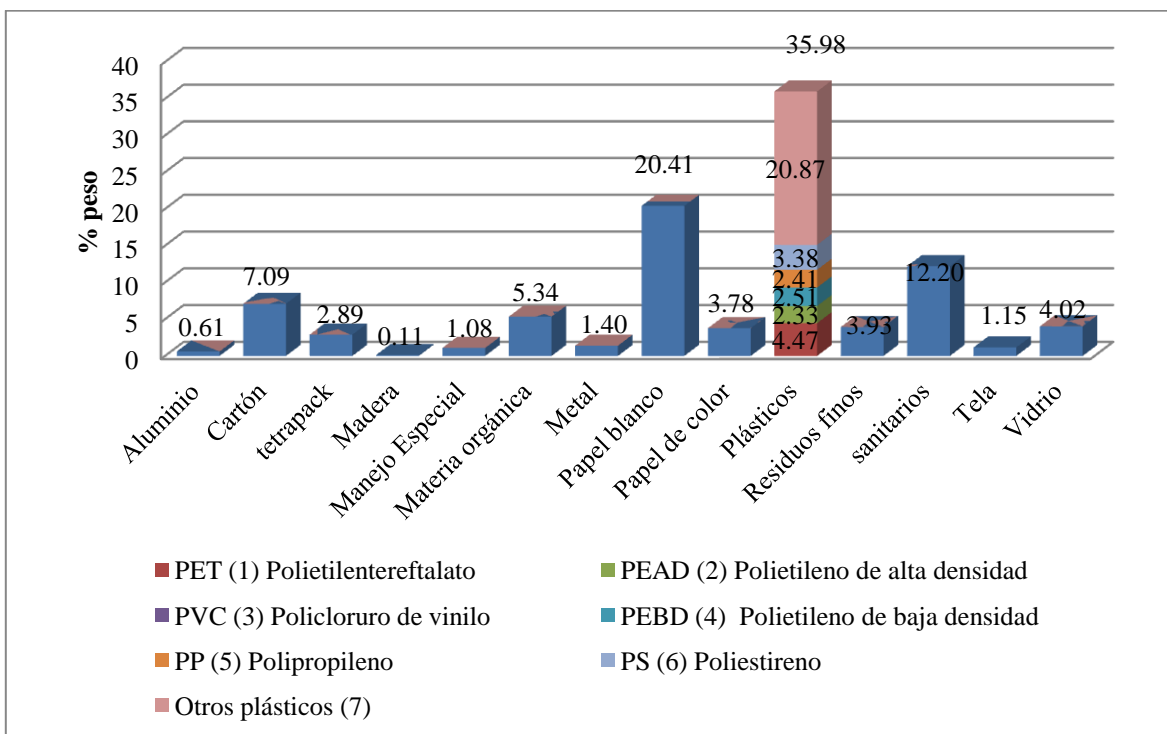
Fecha	Cantidad Kg
27 de mayo del 2013	724.4
28 de mayo del 2013	372.2
29 de mayo del 2013	493.3
30 de mayo del 2013	420.4
31 de mayo del 2013	456.6

De acuerdo al análisis anterior se tiene un promedio diario de 493.38 por lo que la generación *per capita* es 0.55 kg/persona-día, es tomando en cuenta que en la Rectoría General existen trabajando 902 personas. Tomando en cuenta que la Rectoría General trabaja 230 días por año, se tiene que se genera 113.47 ton/año de residuos sólidos urbanos. Se tomó el valor sin poda, debido a que la generación varía según la temporada del año, y no se consideraron los residuos orgánicos del comedor. Los residuos que se generan tienen un peso volumétrico de 35.08 kg/m<sup>3</sup>, es decir que se generan aproximadamente 10 m<sup>3</sup> de residuos diariamente.

Los resultados de la composición química que se obtuvieron son pH igual a 7.15, humedad del 39.96%, materia orgánica del 92.17%, 7.31% de cenizas, 0.15% de nitrógeno, y una relación carbono nitrógeno igual a 48.51.

En cuanto a la selección y cuantificación de subproductos, se obtuvo que son tres subproductos que más se generan, en por ciento peso los cuales son los residuos plásticos con un 35.98%, de los cuales el 20.87% corresponde a otros plásticos, clasificados con el número 7, según el sistema de codificación adoptado en México, el 4.47% corresponde a PET, el 3.38 a PS o uncel; el papel en segundo lugar, con una proporción del 20.41%, seguido de los residuos sanitarios, con un 12.20%. La generación de cada subproducto se puede observar en la Figura 3.

El aluminio (0.61%), cartón (7.09%), tetrapack (2.89%), papel blanco, papel de color (20.41 y 3.78 %, respectivamente), plástico PET (4.47%) y vidrio (4.02%) son residuos valorizables por lo que se podría evitar el envío del 43.27% en peso de residuos a disposición final.



**Figura 3.** Resultado de la separación y cuantificación de subproductos en porcentaje peso

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la determinación de subproductos se obtuvo que lo más se genera en la Rectoría General es el papel blanco, con un 20.41% de la generación total de residuos. Al sumarle lo que se genera de papel de color (sin contar el papel con impresión a color 0.67%), que representa el 3.1%, se obtiene un 23.51% de papel. El cartón representa el 7.09%.

Si se recupera el vidrio, el aluminio, el envase multicapa y el pet, se recuperaría el 11.99%, como se hace en la UAM-A en donde se recupera el 4 % en vidrio, 3.83% en pet y 21.7% en envase multicapa.

Si a esto se le suma la recuperación del polietileno de alta densidad (2.33%), se podría recuperar hasta un 45.61% de los residuos que se generan actualmente.

El 1% de los residuos que requieren manejo especial está conformado por lámparas incandescentes rotas, tóner y baterías.

Es decir, que mensualmente se generarían 3.75 toneladas de residuos valorizables de las cuales 2.04 toneladas son de papel. Por lo que se concluye que se podrían valorizar el 54.56% de los residuos generados a través de la implementación de un plan de manejo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la participación de los alumnos de la UEA “Taller de residuos sólidos urbanos y suelos” del trimestre 13-P, Ing. Roberto Carlos Vázquez Solís y a la Dra. Sylvie Turpin Marion por el apoyo proporcionado para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEMARNAT. (1992 j). NMX-AA-61-1985: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Determinación de la generación. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NMX-AA-61-1985.
- [2] SEMARNAT. (1992 a). NMX-AA-015-1985: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Muestreo- Método de Cuarteo. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-015-1985.
- [3] SEMARNAT. (1992 b). NMX-AA-22-1985.: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Selección y cuantificación de subproductos. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-22-1985.
- [4] SEMARNAT. (1992 c). NMX-AA-19-1985.: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Peso Volumétrico “In situ”. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-19-1985.
- [5] SEMARNAT. (1992 d). NMX-AA-25-1984: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Determinación del pH-método potenciométrico. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-25-1984.
- [6] SEMARNAT. (1992 e). NMX-AA-16-1984: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Determinación de humedad. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-25-1984.
- [7] SEMARNAT. (1992 f). NMX-AA-18-1984: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos-Determinación de cenizas. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-18-1984.
- [8] SEMARNAT. (1992 g). NMX-AA-21-1985: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Determinación de materia orgánica. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-21-1985.
- [9] SEMARNAT. (1992 h). NMX-AA-24-1984: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Determinación de nitrógeno total. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NOM-AA-24-1984.
- [10] SEMARNAT. (1992 i). NMX-AA-67-1985: Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos- Determinación de la relación carbono/nitrógeno (C/N). Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992*. Esta norma sustituye a la NMX-AA-67-1985.

## Aprovechamiento de los residuos orgánicos en el Instituto Tecnológico de Toluca

<sup>1\*</sup>María del Consuelo Hernández Berriel, <sup>1</sup>Isaías de la Rosa Gómez, <sup>1</sup>María del Carmen Carreño de León, Leticia Colón Izquierdo, <sup>2</sup>Gloria Irene Carmona Chit

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Instituto Tecnológico s/n. Fraccionamiento La Virgen, C.P. 52149 Metepec, Edo. de México, México. \*[hberriel\\_1999@yahoo.com](mailto:hberriel_1999@yahoo.com)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro Nuclear de México "Dr. Nabor Carrillo Flores", km 36.5 Carretera Federal México Toluca, Ocoyoacac, Edo. de México. C.P. 52045.

### RESUMEN

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) es una consecuencia de las actividades humanas cotidianas realizadas en hogares, industria e instituciones de salud, gubernamentales y escolares; de ahí que el Instituto Tecnológico de Toluca no está eximido de ello y genera tanto residuos inorgánicos como orgánicos (RO).

Con el fin de aprovechar los RSU generados en el Instituto Tecnológico de Toluca surge en el 2002 el Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA), el cual posteriormente se convertiría en el Plan Ambiental Institucional (PAI), que abarca tanto Programas Externos como Internos. Dentro de los Programas Internos se tiene el Composteo de RO, del cual trata este trabajo, cuyo objetivo es dar a conocer las actividades desarrolladas de enero 2011 a diciembre 2014 por los profesores y estudiantes que intervienen. Entre las actividades se tienen la recolección de los RO de la Cafetería, su traslado al Área de composteo, cuantificación y clasificación, elaboración de pilas, operación y seguimiento del proceso, y finalmente caracterización de la composta. Durante los años 2011 a 2014 han participado 638 estudiantes y 16 profesores, aprovechando 9 992.9 kg de RO para la elaboración de 5 675.7 kg de composta, la cual puede utilizarse como sustrato en viveros, sustituto de tierra para maceta o para restauración y reforestación en suelo de conservación. Además, se ha evitado la disposición de estos RO en algún relleno sanitario, con lo que se ha contribuido a la disminución de la generación de metano y bióxido de carbono, ambos gases de efecto invernadero.

**Palabras Clave:** *Residuos orgánicos, composta, participación estudiantil*



## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico de Toluca se encuentra instalado en el municipio de Metepec, Edo. de México. Esta institución inició actividades el 1° de septiembre de 1972 como Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 137. En 1974, por acuerdo presidencial del Lic. Luis Echeverría Álvarez, se transformó en el Instituto Tecnológico Regional de Toluca y en 1975 ya ofrecía estudios a nivel superior en las ingenierías: industrial en producción, industrial química y electromecánica. En 1982 se elimina el término regional en el nombre de los Institutos Tecnológicos y oficialmente queda como Instituto Tecnológico de Toluca. Para 1986, se incrementan las licenciaturas de: ingeniería electrónica e ingeniería en sistemas computacionales. El 23 de agosto de 2001 se firma el acuerdo de colaboración entre este instituto y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares para la creación del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Ambiental. El 18 de agosto de 2006, el Tecnológico de Toluca es declarado ganador del “III Premio Iberoamericano a la Excelencia Educativa 2006”, que concede el Consejo Iberoamericano en Honor a la Calidad Educativa (CIHCE). Actualmente cuenta con la acreditación ante el Consejo de acreditación de la enseñanza de la ingeniería, A.C. (CACEI), de las carreras de Ingeniería Química (2005), Ingeniería Industrial, Ingeniería en Mecatrónica (2010), Ingeniería Electrónica e Ingeniería Electromecánica; así como de Ingeniería en Sistemas Computacionales (2005), por el Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación (CONAIC) y de la Licenciatura en Administración (2010), por el Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración (CASECA). Además tiene el reconocimiento en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT de la Maestría en Ciencias en ingeniería Ambiental (2010), del Doctorado en Ciencias Ambientales (2012) y de la Maestría en Ciencias de la ingeniería (2013).

La Misión del Instituto Tecnológico de Toluca es “Ofrecer servicios de educación superior tecnológica, con calidad, equidad y pertenencia, orientados a la formación integral del ser humano mediante la oferta de programas educativos acreditados y que promuevan el desarrollo sustentable para la conformación de una sociedad justa y humana”, de ahí su compromiso ambiental, el cual se ha reforzado con asignaturas como “Desarrollo Sustentable” [1].

## 2. ANTECEDENTES

Si bien desde sus inicios el Instituto Tecnológico de Toluca se ha manejado en pro de la conservación del ambiente, los residuos sólidos generados se entregaban sin segregación a camiones recolectores del Municipio de Metepec. Lo anterior fue así hasta finales de 2002, cuando un grupo de profesores del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, interesados en el aprovechamiento y tratamiento de los residuos de la institución, estructuran y ponen en marcha el Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA), cuya política era la disminución de impactos ambientales producidos en la realización de actividades administrativas, académicas y de investigación; para ello se contaba con un Coordinador General y Responsables de las áreas: Educación Ambiental, Acopio de PET y papel, Composteo y Efluentes Líquidos. Dentro de la Educación Ambiental se impartían charlas de cinco minutos en todas las aulas del instituto con el apoyo de estudiantes de Ingeniería Química y se proyectaban películas con contenido ambiental; para el Acopio de PET y papel se estableció un código de colores para contenedores y lo colectado era entregado a empresas para su reciclado; en cuanto al composteo se colectaban y procesaban los residuos orgánicos (RO) de las dos cafeterías, aunque no de manera continua; y en el área de Efluentes Líquidos se iniciaron estudios para el tratamiento de las aguas residuales y colecta de las aguas pluviales. Cabe mencionar que con la aplicación del SIGA, el instituto redujo al 50 % la cantidad de residuos sólidos entregados a los camiones recolectores [2].

Posterior al 2006 las actividades del SIGA disminuyeron y en el 2010 se reactivaron con mayor fuerza, instituyéndose el Plan Ambiental Institucional (PAI), cuyo objetivo es “Servir como instrumento de referencia y consulta que oriente a todo el personal directivo, administrativo y docente, así como a la población estudiantil respecto a la organización y funcionamiento del mismo, logrando que todos reciban los conocimientos necesarios para adquirir una conciencia ambiental tangible que puedan difundir entre la sociedad y hacer del Instituto Tecnológico de Toluca una institución ambientalmente sustentable y socialmente responsable”. El PAI también tiene un Coordinador general y Responsables de los Programas Externos e Internos. Los Programas Externos comprenden: Nevado de Toluca, Parque Sierra Morelos, Acopio de pila alcalina e Investigación sobre RSU en el Valle de Toluca (VT). Dentro de los Programas Internos se tienen: Acopio de papel, Acopio de PET, Educación ambiental, Punto verde, Ahorro de energía y Composteo de RO. Con respecto a este último Programa, el presente trabajo tiene por objetivo dar a conocer las actividades desarrolladas de enero 2011 a diciembre 2014 por profesores y estudiantes de este Instituto [3].

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA IES**

El desarrollo de este trabajo fue realizado en el Área de composta del Instituto Tecnológico de Toluca y comprende las actividades realizadas dentro del “Programa de Composteo de RO” de 2011 a 2014. El Área de composta abarca sobre 310.5 m<sup>2</sup> (23 m x 13.5 m) de suelo al aire libre y está cercada con malla ciclónica.

#### **3.1 Recolección**

Esta etapa inició platicando con el encargado de la Cafetería del Instituto Tecnológico de Toluca, acordando dejarle un tambo limpio de plástico de 200 litros para que su personal colocara dentro los RO, procurando no mezclar con otros residuos. Además se acordó que cada vez que se fuera a recolectar los RO se llevaría otro tambo limpio. Durante el primer mes de la puesta en marcha del “Programa de Composteo de RO”, la recolección se realizó de manera diaria, sin embargo conforme a la práctica se decidió hacerlo cada tercer día por las tardes, bien fuera los lunes, miércoles y viernes o bien los martes, jueves y sábado, según se organizara con los estudiantes y profesores participantes. Para el traslado de los tambos de la Cafetería al Área de composteo se usó un diablito de dos ruedas.

#### **3.2 Cuantificación y caracterización**

Una vez en el Área de composteo se procedió a la separación manual de los residuos inorgánicos mezclados entre los RO, para obtener solamente éstos como lo recomienda [4]; posteriormente se pesaron con una báscula romana y se procedió a su caracterización de manera manual, separando de éstos principalmente: verduras, carnes, pan, tortilla y frutas. Cada grupo de residuos se pesó también con la ayuda de una báscula romana y se realizaron cálculos, con el fin de conocer el porcentaje presente de cada grupo.

#### **3.3 Preparación de pilas**

Cada dos semanas de recolección de RO se llevó a cabo la elaboración de una pila, iniciando con la colocación de una capa de RO en contacto directo con el suelo, ya que es el mejor lugar para facilitar el regreso de los microorganismos a éste [5],[6]. Se han elaborado pilas con diferentes composiciones: RO solamente, RO – paja, RO – arcilla, RO – biosólidos; alternando capas de aproximadamente 15 cm de RO con 5 cm de otro material, hasta que alcanzaron una altura de 0.5

m, con una extensión de 0.5 a 0.8 m de ancho y de 1.0 a 1.5 m de largo. El tamaño depende de la cantidad de RO recolectados.

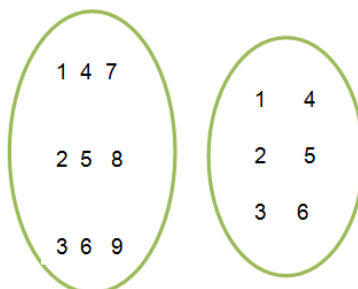
La pila una vez preparada se cubre con plástico de polietileno de baja densidad color negro, para mantener el calor generado durante la degradación, evitar el efecto del viento y el exceso de humedad por las precipitaciones pluviales.

### 3.4 Operación y seguimiento

Después de 15 días de la elaboración de la pila, ésta se aireó cada tercer día (tres veces por semana) durante dos o tres meses, desmenuzando el material apilado y moviéndolo desde el exterior hacia el centro con ayuda de palas y pico. Las pilas se protegieron del frío extremo manteniéndolas tapadas con el plástico para conservar el calor.

Se monitoreó la humedad de cada pila se realizó colocando en la mano un puñado del material que se encontraba en el centro y apretándolo; se consideró que la humedad fue la adecuada si al formar una pelota del material no goteó y que además tuviera la textura de una esponja húmeda, caso contrario, se agregó agua rociando con las manos y nuevamente se revisó la humedad como se describió anteriormente [7].

La temperatura de cada pila se monitoreó mediante un termómetro bimetálico cada tercer día, antes de la aireación, procurando medir en el mismo punto y de manera equidistantes entre sí. En la Figura 1 se muestran los puntos de medición para una pila grande y para otra de menor tamaño [8].



**Figura 1.** Puntos de medición en pilas de composteo

### 3.5 Caracterización fisicoquímica de composta

Con el fin de conocer la calidad de la composta obtenida al término del proceso, durante el segundo semestre de 2012 se tomó una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg de peso de cada pila. La muestra se conformó del muestreo en cinco puntos equidistantes vertical y horizontalmente, de modo que quedaron representadas todas las alturas y profundidades. A cada muestra se le determinaron por duplicado los parámetros de pH, Materia orgánica, Relación C/N, Ca, Mg, P, K y Na [8], [9].

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La recolección de los RO de la cafetería del Instituto Tecnológico de Toluca inicio en enero 2011, la cual ha sido variable en cada periodo escolar, lo mismo que la composta obtenida (Tabla 1), ésto puede atribuirse a la diversidad de los tipos de residuos incluidos, así como a la arcilla, biosólidos o paja utilizados. En las pilas donde se ha utilizado arcilla los olores han sido mínimos en comparación con los generados al utilizar paja, y cuando se han usado biosólidos, los olores han sido más intensos. Las pruebas con diferentes componentes se realizaron con el fin de determinar

aquellos que fueran de fácil adquisición y disminuyeran los olores sin demeritar las características de la composta a obtener. Cabe mencionar que las cantidades de RO colectadas y composta producida han ido aumentando en cada periodo, lo cual es un indicio positivo en la separación de RO en la Cafetería y en la mejora del proceso de composteo. De 2011 a 2014 se lograron procesar 9 992.9 kg de RO, obteniendo 5 675.7 kg de composta, de manera que si no se hubiese aprovechado esta cantidad de RO, habrían tenido que ser depositados en el relleno sanitario más cercano al Instituto, contribuyendo a la generación de metano y bióxido de carbono, ambos gases de efecto invernadero [10]. Además se lograron involucrar a 638 estudiantes y 16 profesores.

**Tabla 1.** RO colectados y composta preparada en el Instituto Tecnológico de Toluca 2011-2014

Periodo	RO colectados (kg)	Composta preparada (kg)	Rendimiento	Estudiantes y Profesores participantes
En-Jun 2011	890.0	258.0	29.0%	4 de Ingría. Industrial, 3 de Ingría. Electrónica y 35 de Ingría. Química; 3 profesores de Ingría. Química
Ag-Dic 2011	1 015.4	304.8	30.0%	40 de Ingría. Mecatrónica, 40 de Ingría. Química y 2 de Ingría. Industrial; 2 profesores de Ingría. Química
En-Jun 2012	1 155.0	542.6	47.0%	4 de Ingría. Industrial, 3 de Ingría. Logística y 136 de Ingría. Química; 3 profesores de Ingría. Química
Ag-Dic 2012	1 187.0	753.0	63.4%	45 de Ingría. Química y 1 profesor de Ingría. Química
En-Dic 2013	1 286.0	835.0	64.9%	34 de Ingría. Mecatrónica, 42 de Ingría. Química y 3 de Ingría. Industrial; 2 profesores de Ingría. Química
Ag-Dic 2013	1 412.0	913.0	64.7%	40 de Ingría. Mecatrónica, 40 de Ingría. Química y 2 de Ingría. Industrial; 2 profesores de Ingría. Química
En-Jul 2014	1 449.5	965.3	66.6%	42 de Ingría. Química y 1 profesor de Ingría. Química
Ag-Dic 2014	1 598.0	1104.0	69.1%	6 de Ingría. Industrial, 5 de Ingría. Logística y 113 de Ingría. Química; 2 profesores de Ingría. Química

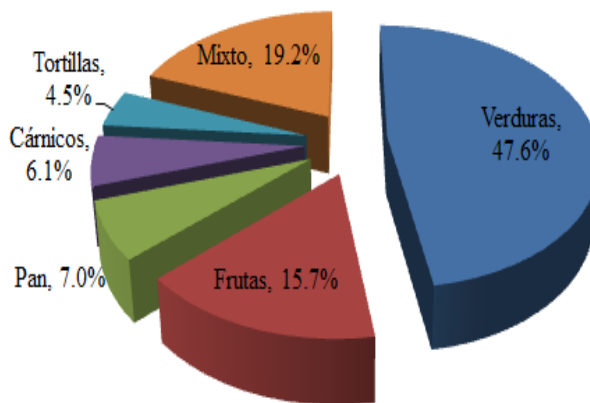
En la Figura 2 se muestra a dos estudiantes transportando un tambo de la Cafetería al Área de composteo. Cabe mencionar que después de realizar el pesado de varios tambos, se calculó un peso promedio de 88.2 kg/tambo de RO, cuya composición promedio se presenta en la Figura 3, donde puede verse en mayor proporción a las verduras, entre las que se encontraron restos de jitomate, lechuga y hojas de tomate. En el grupo de frutas se tuvieron cáscaras de piña, papaya y naranjas, principalmente. En los cárnicos se obtuvieron restos de carne molida, chuleta de cerdo y huesos de pollo. Los residuos que no fue posible separar por tener un tamaño pequeño, por estar entremezclado o por no distinguirse, se les agrupó en Mixtos. Esta clasificación permitió además de conocer los tipos de residuos alimenticios que se generan en el Instituto, evidenciar que hay un desperdicio considerable en la Cafetería, tanto en la preparación de los alimentos como lo que dejan

en los platos los estudiantes y personal, especialmente de pan y tortillas, los cuales en su mayoría se encontraron enteros.

Las Figuras 4 y 5 muestran respectivamente la preparación de una pila con RO y su aspecto después de una degradación de 30 días. Como puede apreciarse, la coloración de los RO ha cambiado y su volumen se ha reducido.



**Figura 2.** Traslado de RO.



**Figura 3.** Composición promedio de RO de Cafetería.



**Figura 4.** Cubrimiento de RO con arcilla

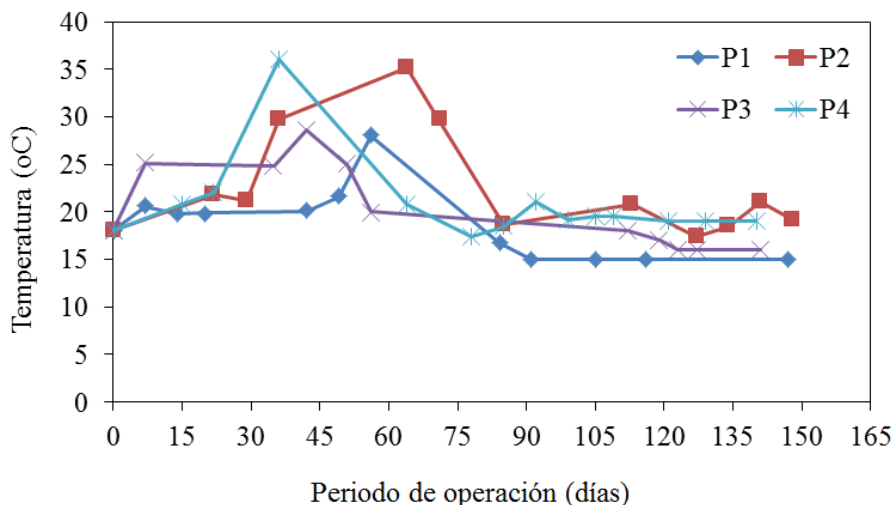


**Figura 5.** Pila de RO degradados

Cada vez que se elaboró una pila de RO fue necesario poner especial atención en el control de la humedad, ya que si no se logra el contenido de humedad apropiado, el proceso de biodegradación se entorpece haciéndose más lento y cuando se tiene en exceso, el proceso se transforma a una degradación anaeróbica, con lo que no se obtendrá la composta con la calidad deseada [4]-[7].

En la figura 6, se presentan como ejemplo las dinámicas de temperatura de cuatro pilas elaboradas durante el periodo de agosto a diciembre 2012, donde las temperaturas más altas que se alcanzaron

fueron entre 28°C y 38°C, debido probablemente al efecto de la temperatura ambiental, que fue de hasta 3°C bajo cero en la madrugada de los meses de septiembre a diciembre [4], [5], [8].



Fuente: [8].

**Figura 6.** Dinámicas de temperatura de pilas de composteo de RO

De acuerdo a la Norma técnica estatal ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006 [9], que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de RO, la composta elaborada en el Instituto Tecnológico de Toluca se puede utilizar como sustrato en viveros, sustituto de tierra para maceta o para restauración y reforestación en suelo de conservación [9], de ahí que se aplica con confianza para la conservación de jardines.

## 5. CONCLUSIONES

Durante el proceso de compostaje se pudo corroborar que las pilas elaboradas con paja y biosólidos fueron las que mayor cantidad de olores desagradables generaron.

De 2011 a 2014 se ha logrado involucrar a 638 estudiantes y 16 profesores, así como aprovechar 9 992.9 kg de RO en la elaboración de 5 675.7 kg de composta, evitando con ello depositarles en algún relleno sanitario y contribuir a la disminución de la generación de metano y bióxido de carbono.

La composta obtenida de los RO de la cafetería del Instituto Tecnológico de Toluca se puede utilizar como sustrato en viveros, sustituto de tierra para maceta o para restauración y reforestación en suelo de conservación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instituto Tecnológico de Toluca. 2015. Portal del Instituto Tecnológico de Toluca. (28 de febrero 2015). <http://www.ittoluca.edu.mx/antecedentes/>
- [2] Zavala Arce, R.E., García Gaitán, B., Colón Izquierdo, L.E. Sistema Integral de Gestión Ambiental (SIGA). Documento interno. Instituto Tecnológico de Toluca. 2006. Metepec, Edo. de México, Julio de 2006. pp 40.

- [3] De la Rosa Gómez, I. Plan Ambiental Institucional, PAI. 1ª. Edición. 2011. Instituto Tecnológico de Toluca. Metepec, Edo. Méx. pp171.
- [4] Röben, E. Manual de Compostaje para Municipios. Loja, Ecuador. 2002. (14 de abril 2014). <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- [5] Rodríguez Salinas, M.A., Córdova y Vazquez, A. Manual de compostaje municipal: Tratamiento de residuos sólidos urbanos, 1ª. Ed. México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat) Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2006. (12 de noviembre 2013). <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0108.pdf>
- [6] Chang, J.I., Tsai, J.J., Wu, K.H. 2006. “Composting of vegetable waste”. Waste Management & Research. 24(4), 354-362.
- [7] Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. Compostaje de Residuos Municipales: Control del proceso, rendimiento y calidad del producto. 1ª. Edición. 2008. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y la Agencia de Residuos de Cataluña (ARC). ISBN: 978-84-693-3036-4. pp 330.
- [8] Ballesteros-Trujillo, M. Composteo de los residuos orgánicos del Instituto Tecnológico de Toluca. Tesis de Ingeniera Química, 15 de enero 2015. Instituto Tecnológico de Toluca.
- [9] Gobierno del Estado de México. Gaceta del Gobierno No. 71. Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-006-SMA-RS-2006 que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos. Toluca de Lerdo, Mex., lunes 9 de octubre de 2006.
- [10] OCDE, 2014. OCDE, (15 de Julio 2014). Air and Climate. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). <http://data.oecd.org/air/air-and-ghg-emissions.htm>.

## Gestión integral de residuos sólidos en la Universidad Veracruzana

<sup>1,2</sup>Houbron Eric, <sup>1,3</sup>González Gloria, <sup>2</sup>Pensado Antonio, <sup>2</sup>Serrano Esther, <sup>2</sup>Buendía Víctor, <sup>2</sup>Escalona Miguel, <sup>2</sup>Sánchez Lázaro

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Químicas, Prol. Oriente 6 N°1009, Col. Rafael Alvarado. Orizaba, Ver. Tel. 01-22-88-42-17-00 ext 33303. <sup>2</sup>Coordinación para la Sustentabilidad, Diana Laura Riojas vda. de Colosio #83 Col. Emiliano Zapata, C.P. 91900 Xalapa, Ver. <sup>3</sup>Instituto de Ingeniería, Juan Pablo II s/n, Zona Universitaria, Boca del Río, Ver. Universidad Veracruzana. Mail: ehoubron@uv.mx

### RESUMEN

El Plan Universitario para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana se instauró oficialmente en 2010, para atender los programas SUMA, COMPARTE y DISCURRE, cuya misión es integrar orgánicamente todos los componentes de sustentabilidad en sus funciones sustantivas. Posteriormente, en 2012 se desarrolló la “Guía Institucional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en las Dependencias y Entidades Académicas de la Universidad Veracruzana” (UV).

En el presente trabajo se presentan cinco experiencias de manejo de residuos sólidos exitosas. Primero un programa de separación de Residuos Sólidos en dos entidades académicas, en dos regiones de la UV. A continuación vienen los resultados del programa de acopio de papel, desarrollado en la Región Xalapa, el cual permitió acopiar dos toneladas de papel en dos días. Mediante el programa HERMES (Sistema de Administración y Seguimiento de Correspondencia), aplicado desde 2013 en las cinco regiones de la UV, se ha observado una reducción directa en el consumo de papel, cartuchos de tinta, energía eléctrica, carpetas para archivo, gasolina en viajes de los mensajeros, entre otros. También se presenta el programa de instalación de purificadoras de agua en la región piloto Orizaba-Córdoba, el cual tiene un impacto directo y notable sobre la generación de botellas de PET. Finalmente, se describe el programa de gestión de los RPBI en la Universidad Veracruzana.

**Palabras Clave:** *PET, Purificadoras, RESU, Sustentabilidad*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Veracruzana (UV) inició su existencia formal el 11 de septiembre de 1944. A sus 70 años de creación se ha convertido en la principal institución de educación superior en el estado de Veracruz. Lo que nació como un pequeño grupo de escuelas y facultades es ahora una universidad grande y compleja, con presencia en cinco regiones universitarias y en 28 municipios a lo largo del territorio veracruzano[1].

Actualmente atiende una matrícula de 62,522 estudiantes en 321 programas de educación formal: 175 de licenciatura, 137 de posgrado, 9 de Técnico Superior Universitario. Otros 16,657 estudiantes son atendidos en programas de educación no formal, a través de los Talleres Libres de Arte, Centros de Idiomas, de Auto-acceso, de iniciación musical infantil, departamento de lenguas extranjeras, escuela para estudiantes extranjeros y educación continua; la matrícula total atendida es de 79,180 estudiantes. Se suman los programas de las entidades académicas dedicadas a la investigación que se desarrollan en 24 institutos, diecisiete centros, dos laboratorios de alta tecnología, el museo de antropología y en diversas facultades. Se cuenta en el área de investigación con un total de 721 académicos.

En 2005 se creó la Universidad Veracruzana Intercultural (UVI), entidad que atiende la demanda de educación superior en zonas rurales e indígenas de alta marginación. Con presencia en cuatro sedes interculturales —Huasteca (Ixhuatlán de Madero), Totonacapan (Espinal), Grandes Montañas (Tequila) y Selvas (Huazuntlán).

La cobertura institucional abarca seis áreas académicas: Artes, Biológico-Agropecuarias, Ciencias de la Salud, Económico-Administrativa, Humanidades y Técnica. Los grados académicos que se otorgan son los de técnico superior universitario, licenciatura, maestría y doctorado. La Institución ha logrado fortalecer sus recursos humanos y su infraestructura física y académica. Cuenta con una plantilla 5,828 académicos y con un personal administrativo y directivo de 5,238 personas. La infraestructura académica bibliotecaria está integrada por 48 bibliotecas, y se cuenta con 6 Unidades de Servicios Bibliotecarios y de Información (USBI) [1].

## 2. ANTECEDENTES

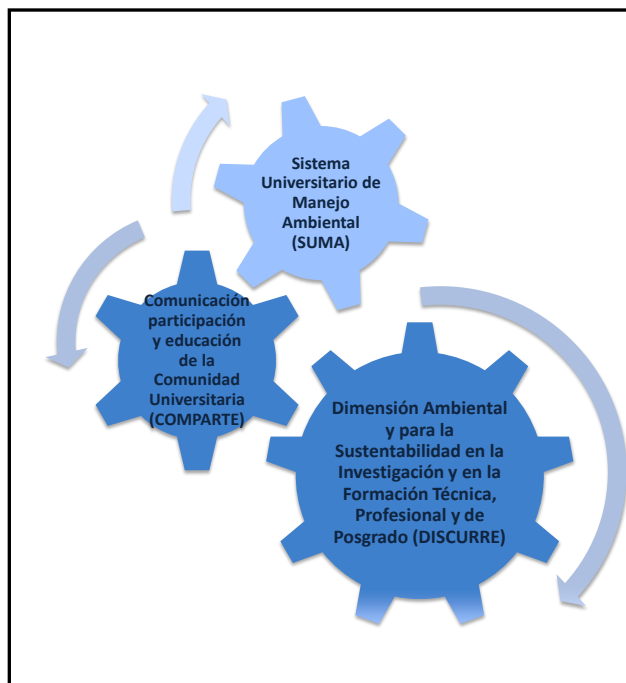
Es difícil estimar con justicia el momento de aparición de la inquietud sobre la necesidad de que la Universidad Veracruzana asumiera un rol más decidido en el tránsito hacia la sustentabilidad. En 1975 se crea el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), lo que despertó conciencia sobre los impactos ambientales en los recursos naturales de las zonas tropicales del país. Desde entonces se han puesto en marcha diferentes acciones vinculadas con la protección del ambiente y la conservación de la integridad de los ecosistemas. El Sistema de Información para la Vinculación Universitaria (SIVU), reporta en 2009 la realización de 2,498 proyectos y actividades de vinculación en las cinco regiones atendidas por la UV, de los cuales 407 tratan de ecología y ambiente. Además, se han impulsado también acciones al interior de algunas instancias de la UV muy consistentes y sostenidas en materia de manejo de residuos sólidos, ahorro de energía y en otras áreas ligadas a la conservación[2].

Casi la totalidad de las dependencias universitarias han aplicado ajustes en sus planes y programas de estudio, a fin de estar en mejores condiciones de responder a los desafíos de la sustentabilidad del desarrollo. Lo mismo puede decirse de un número creciente de cuerpos académicos y líneas de generación y aplicación del conocimiento. La UV cuenta ahora con varios programas académicos, centros especializados, institutos de investigación y organismos ligados a estos temas y una red estatal de observatorios metropolitanos; se puso en marcha recientemente un Programa de Estudios de Cambio Climático.

Sin embargo, es preciso reconocer que una gran parte de esas acciones son eventuales, aisladas y dispersas; resultado del meritorio esfuerzo de sus promotores individuales, han dedicado su energía y su tiempo a ser congruentes con sus ideas. Por lo mismo, los esfuerzos de vinculación no han sido suficientemente orgánicos y sistemáticos para modificar el curso principal de la acción institucional, ni han involucrado a la mayoría de la comunidad; tampoco los programas de docencia e investigación se encuentran bien articulados a la problemática regional. En consecuencia, las acciones emprendidas no han producido los efectos que debieran, tanto dentro como fuera de la Universidad. Debido a lo anterior, se han llevado cabo iniciativas para intentar articular todas estas acciones en un proyecto que les dé sentido, y que en primera instancia han quedado plasmadas en el Plan General de Desarrollo 2025 (Universidad Veracruzana, 2008), o más específicamente en documentos como el Plan Institucional para el Desarrollo Sustentable de la Universidad Veracruzana 2005-2014 (Menchaca y Armenta) y el Plan Institucional hacia una Universidad Sustentable (Rodríguez y Vázquez). Estos dos últimos ejercicios, si bien loables, no lograron concitar el consenso de la comunidad universitaria. Todo ello derivó que en febrero de 2009, el Consejo Académico Asesor del Rector formulara un conjunto sintético de recomendaciones intitulado “Sobre la sustentabilidad en y desde la UV”, que aboga por la urgencia de impulsar una serie de medidas coordinadas, que conduzcan hacia un programa transversal que nutra las funciones de la Universidad. Responder a esto, recuperando la experiencia institucional y las variadas aportaciones, es la finalidad del Plan Maestro para la Sustentabilidad (PlanMaS) [2].

El PlanMaS se instauró oficialmente en cada entidad académica en 2010. Con esto se busca impulsar el mejoramiento de la calidad de los procesos académicos relativos al ambiente y sustentabilidad, asegurando así la formación integral de nuevos egresados con participación activa en la cultura ambiental, que comprendan y conozcan la situación en materia de contaminación ambiental que enfrenta México. Lo anterior para que cuenten con la capacidad de contribuir en la preservación de la vida y promover la sustentabilidad en el Estado y en el país [2]. Los tres ejes estratégicos que constituyen el ABC del PlanMaS son mutuamente complementarios entre sí, involucran a toda la comunidad universitaria y en su conjunto tienden a organizar coherentemente las acciones para alcanzar los objetivos de dicho Plan (Figura 1); se listan a continuación.

1. Sistema Universitario de Manejo Ambiental (SUMA).
2. Comunicación, Participación y Educación de la Comunidad Universitaria (COMPORTE).
3. Dimensión Ambiental para la Sustentabilidad en la Investigación y en la Formación Técnica, Profesional y de Posgrado (DISCURRE).



**Figura 1.** Esquema conceptual de los tres Ejes Rectores, el ABC

La Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana (CoSustentaUV), se creó para poner en marcha el PlanMaS. De este modo, la Visión, Misión y Objetivos del PlanMaS son la guía de trabajo para esta nueva coordinación. La Sustentabilidad es un proceso complejo y debe ser parte del proyecto de vida de la comunidad universitaria. Por ello se invita a toda la comunidad universitaria: estudiantes, académicos, directivos, personal de confianza, a sumarse a esta importante iniciativa y participar activamente, por convicción, a unir esfuerzos coordinados, para que la UV se inserte como un actor importante más para contribuir al desarrollo sustentable de la región, el estado y el país. Cabe mencionar que en cada región existe un coordinador por parte de la CoSustenta.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LA IES**

Se han propuesto once áreas de desempeño para integrar el SUMA de la UV. Las descripciones de las áreas son solamente buenas prácticas ilustrativas de los temas y acciones que cada una puede atender, pero su marco de actuación, sus alcances y estrategia específica tendrán que definirse por los responsables de las mismas, con apoyo de un equipo de asesores expertos y aprobados por el comité coordinador. Dos de estos programas estratégicos están relacionados a los residuos sólidos:

#### **a) Programa de Gestión de materiales y residuos especiales**

Hablar de la gestión y manejo de materiales y residuos especiales y de los peligrosos es de lo más complejo en la gestión ambiental, es por esto que se trata por separado del manejo de residuos urbanos que poseen características distintas. Los residuos de manejo especial (RME) y los peligrosos (RP's) requieren de procedimientos específicos, por lo que esta tarea ha de estar bajo rigurosos mecanismos de control. El principal objetivo del programa es dar a conocer las líneas generales recomendadas para la gestión y manejo adecuado de los dos tipos de residuos mencionados; para lo anterior se están realizando guías específicas que se proporcionarán a las dependencias.

## b) Programa de Gestión de residuos, descargas y emisiones

La generación de residuos sólidos en la UV tiene tres fuentes principales: Aquellos que provienen del consumo de alimentos en comedores y cafeterías, los que se generan como resultado de la actividad académica (principalmente papel), y los que se producen en el manejo de las áreas verdes. La estrategia de gestión consiste en: reducir la generación, separarlos para vender los materiales que tengan mercado y enviar el resto a disposición final. Sobre la primera estrategia, el Plan contempla diversas acciones tanto en las actividades académicas, como en las oficinas administrativas, que permitan minimizar el volumen del papel empleado.

El objetivo último perseguido por el plan es que la comunidad universitaria logre una Alfabetización ambiental, esto es, que los miembros se perciban a sí mismos como partes del ambiente del cual disfrutan (por ejemplo, ser conscientes de los lugares y formas donde se confinan sus residuos).

Para operar este programa se generó en 2012 la “Guía de gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en las Entidades Académicas de la Universidad Veracruzana” [3]. La gestión integral de RSU busca, a través del diseño, instrumentación y evaluación de un programa, el manejo adecuado (clasificación, aprovechamiento y tratamiento) de los residuos, y sobre todo el cambio de hábitos hacia un consumo responsable para la disminución de su generación. Dicha guía fue desarrollada para apoyar a aquellas dependencias y entidades interesadas en realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos en su unidad de trabajo, brindando algunas pautas para el inicio y desarrollo de un programa que pueda ser aplicado de modo sencillo. Su principal objetivo es proponer una estrategia sencilla y práctica para la gestión integral de los RSU en las dependencias y entidades académicas de la Universidad Veracruzana. Sugiere la implementación a través de cuatro acciones básicas:

- El diseño y planeación de la gestión.
- La instrumentación del programa.
- El mantenimiento y seguimiento del programa.
- La evaluación de los resultados, adecuación y adaptación del mismo.

Cada una de estas fases del proceso debe ser cumplida para alcanzar el éxito de dicho programa. Un manejo sustentable de residuos debe basarse, por lo menos, en la regla de los 3Rs. Es esencial que la comunidad involucrada (directa o indirectamente) en el programa, lo apruebe y participe activamente en todo el proceso, por lo que la gestión de los RSU debe ser un interés compartido por quienes cohabitan la unidad de trabajo. En la etapa de operación, el manejo de los residuos consta de cuatro actividades básicas: *Clasificación, recolección, acopio temporal y aprovechamiento*. La Figura 2 muestra un diagrama general de la propuesta de gestión integral de RSU.

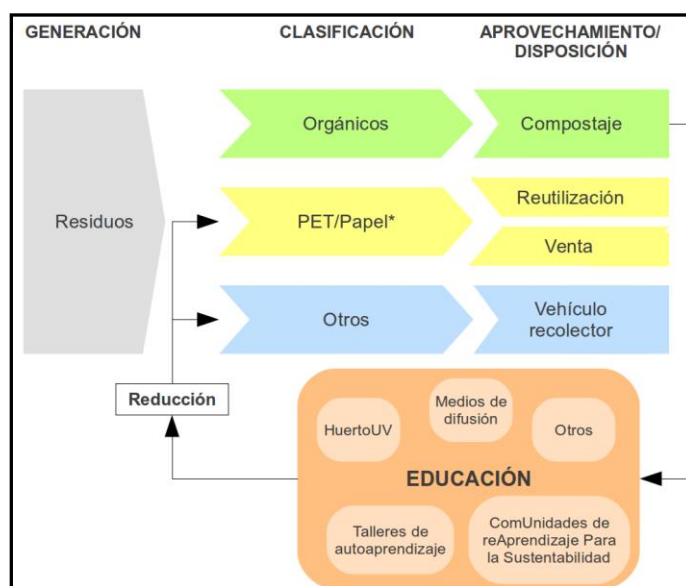


Figura 2. Diagrama general de la propuesta de gestión integral de RSU

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cinco programas desarrollados en la Universidad Veracruzana.

##### 4.1 Separación de residuos sólidos

Se han implementado diversos programas para la separación de residuos, se presentan los efectuados en dos Facultades de las mismas carreras, solo que en diferentes regiones. El primero fue en el campus Xalapa, iniciado en 2006, logrando recuperar y vender más de 10 toneladas de papel, cartón, PET, así como latas de aluminio y fierro. El programa RESU, que así se nombró, se apoya en la impartición de talleres sobre la reutilización de los residuos, cuenta también con objetos manufacturados con los residuos recuperados; dichos talleres se han impartido dentro y fuera de la UV [4]. Parte importante de los resultados alcanzados con RESU es el fortalecimiento de las prácticas de la cultura de la separación en diferentes municipios del centro, norte y sur del estado de Veracruz, particularmente en escuelas de todos los niveles.

El otro programa se inició en el campus Orizaba-Córdoba, en coordinación con el Ayuntamiento del municipio de Córdoba, que cambió los materiales por productos de la canasta básica [5]. Se exponen los resultados del periodo 2011-2013. Los subproductos recolectados entre la comunidad en mayor cantidad fueron: 699 kg de vidrio, 666 kg de papel, libros y cartón; 377 kg de PET; además de los subproductos que tiene precio en el mercado, se recolectaron 57 kg de tetrapack. En coordinación con el DIF de Córdoba, dicho material se empleó para forrar casas de madera en la localidad San Pedro, del mismo municipio; también se logró acopiar 45 kg de pilas agotadas. Se impartieron pláticas de concientización a personal administrativo, académico, de servicios, alumnos y público en general.

##### 4.2 Primer acopio universitario de papel

Esta actividad estuvo a cargo de un equipo de la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad en Xalapa (CoSustenta-UV), en unión con Servicios Generales. El objetivo fue promover la

reflexión sobre la cantidad de residuos de papel que generamos como universitarios y la responsabilidad que esto implica, pues no termina al disponer el papel en un contenedor. Los recursos obtenidos de la venta de este subproducto se donaron para apoyar las becas que otorga la Fundación UV. Dicha actividad se realizó el 8 y 9 de diciembre de 2014, la difusión e invitación a colaborar se llevó a cabo a través de los medios oficiales y de difusión de la UV. Se lograron acopiar 2,088 kg, dentro de los cuales se separaron 114 libros en buenas condiciones (78 kg), con la finalidad de donarlos. De este modo, en total se vendieron 2,010 kg a la papelería International Paper, obteniéndose \$2,010[6].

Producir una tonelada de papel requiere 270,000 litros de agua y 17 árboles. El reciclado de 2 toneladas de papel permite la preservación de 34 árboles, o sea la captura de 408 g de bióxido de carbono/año, un ahorro de 14 kW/hora de energía y 540 m<sup>3</sup> de agua.

### **4.3 Sistema de Seguimiento y Correspondencia Digital HERMES**

HERMES es un Sistema de Administración y Seguimiento de Correspondencia, que brinda una solución práctica, sencilla y planificada ante los múltiples problemas en el manejo de la correspondencia de forma tradicional. Su objetivo principal consiste en facilitar la recepción, distribución y seguimiento de la correspondencia oficial, mejorando significativamente los tiempos de respuesta, mediante una serie de reportes gráficos de estadísticas. HERMES permite conocer de una forma rápida, útil y flexible el estado de un documento en cualquier instancia de tiempo. Fue desarrollado en 2003 por la Dirección General de Tecnología de la Información (DGTI)[7].

Adicionalmente, facilita la administración y el seguimiento de documentos oficiales; reduce el consumo de materiales de oficina (papel, tinta para impresoras, energía eléctrica) y los viajes de mensajería; ahorra espacio físico de almacenamiento en las instalaciones de la institución y promueve una cultura universitaria de simplificación administrativa y transición a procesos digitales. En agosto de 2013 se hizo oficial su empleo para toda la UV, por lo que se requirió capacitar a los usuarios.

Una evaluación realizada a 20 meses de su implementación (abril 2015), revela que el sistema HERMES es utilizado por el 91% de las Dependencias y Entidades Académicas; se han enviado un total de 156,146 documentos oficiales. Se estima que dicha cantidad corresponde a alrededor de 561,813 hojas de papel, 70 cartuchos de tóner para impresión, 1,124 carpetas archivadoras y 132.83 kW, así como una cantidad aún no estimada de gasolina por concepto de mensajería; esto también se traduce en residuos que no se han generado. En términos monetarios, dichos ahorros equivalen a cerca de \$235,706.

### **4.4 Purificadoras de agua**

Esta actividad se incluye porque entre sus objetivos se encuentra: disminuir la cantidad de Polietilentereftalato (PET) desechado, proveniente del envase de las botellas de agua. La finalidad fue dotar a la comunidad universitaria de plantas purificadoras de agua, que le permitiera consumir de manera segura, accesible y gratuita de este líquido que es de vital importancia y sobre todo sin afectar al ambiente con la generación de sus desechos. En 2011 se establece un convenio entre la Universidad Veracruzana y el Club Rotario Córdoba, en el cual la Sociedad civil dona 15 sistemas de purificación de agua para equipar todas las entidades académicas de la Región Orizaba Córdoba, con un costo cercano a los 200 mil pesos en equipo. Por su parte, cada Entidad Académica de la UV absorbió los gastos de instalación y mantenimiento del equipo.

Posterior a la instalación en 2012, se conformó una Brigada técnica de supervisión y análisis de las purificadoras, constituida por alumnos de la Facultad de Ciencias Químicas Orizaba. Se visitaron 7

purificadoras, los resultados indican que: más del 80% se instalaron; más de 60% se instalaron correctamente; el 100% del agua muestreada cumple con la NOM 127-SSA1-1994, desde el punto de vista de presencia de coliformes totales y fecales; y finalmente que es necesario mejorar la tasa de utilización por parte de la comunidad universitaria [8]. Una de las consecuencias directas del uso de las purificadoras de agua es la reducción de la cantidad de botellas de PET en los botes de basura. La región piloto Orizaba Córdoba cuenta aproximadamente con 10,000 estudiantes. Considerando el consumo de un botella diaria de agua por estudiante a 10 pesos cada una y 300 días de actividades al año, la iniciativa de acceso al agua potable en la universidad corresponde a un ahorro del monedero de la comunidad estudiantil de 30 millones de pesos por concepto agua, una reducción de 3 millones de botellas de PET en los botes de basura de la Universidad o sea aproximadamente 115.3 toneladas de PET (26 botellas de un litro por kg de PET). De manera indirecta, se elimina toda la energía necesaria para la fabricación y transporte de las botellas llenas, y la evacuación de las botellas vacías. Estas 115.3 t de PET que pueden ser recicladas representan un ahorro de 4,527 m<sup>3</sup> de agua para su fabricación, de 288.2 t de CO<sub>2</sub>, de 578,806 kW y finalmente 118.76 t de etileno.

#### **4.5 Gestión de RP's**

Este tipo de residuos se genera en diversas dependencias, derivado de los trabajos de laboratorios, investigación y docencia que se realizan. Una vez generados, se almacenan en frascos de cristal, recipientes o bolsas, dependiendo del tipo de residuos de que se trate. En la parte externa se les coloca una etiqueta de identificación rotulada conteniendo el nombre de la práctica, o la procedencia del residuo. Los residuos de origen químico se registren en bitácora y se almacenan temporalmente en un sitio destinado para este fin en cada entidad académica; la UV tiene un contrato con una empresa acreditada que acude al final de cada semestre a recolectar dichos residuos.

Los residuos Biológico Infecciosos se acopian en un almacén, el cual cuenta con una ubicación donde se reducen los riesgos por emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones, incluso en algunos se cuenta con refrigerador; se acopian por un periodo de un mes aproximadamente. Posteriormente, la empresa recolectora acude a las instalaciones respectivas.

### **5. CONCLUSIONES**

El PlanMaS es el instrumento que se desarrolló en la UV para llevar a cabo la gestión integral de los residuos sólidos, que se generan en sus cinco campus.

El SIGER es la herramienta que marca la pauta a seguir para transitar a ser una universidad sustentable.

Las cinco experiencias aquí presentadas son una muestra de que la gestión de los residuos es un proceso complejo, que involucra diversos componentes importantes que se deben tomar en cuenta para que las iniciativas tengan éxito.

Finalmente, la visión que se tiene como universidad es “Transformarse para transformar”, y así alcanzar la meta en 2025, donde la Universidad Veracruzana es una institución de educación superior que contribuye a crear una sociedad sustentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Guevara Huerta R. (23-04-2015) [www.uv.mx](http://www.uv.mx)
- [2] PlanMaS, Plan Maestro para la Sustentabilidad de la Universidad Veracruzana. 2010. Xalapa, Ver., pp38.
- [3] Universidad Veracruzana. 2012. Guía Institucional para la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos en las dependencias y entidades académicas de la Universidad Veracruzana. CoSustentaUV, Xalapa, Ver.
- [4] Garibay Pardo L. y Cruz Aburto E. 2015. Investigación y Educación para el Desarrollo Sustentable. Xalapa, Ver
- [5] Landero Torres I., Galindo Tovar M.E. y Martínez García M. 2014. Acopio de residuos sólidos y algunas alternativas de aprovechamiento. Educación Ambiental para la Sustentabilidad, Grupo Ed. Cenzontle, S.A. de C.V. México.
- [6] Sánchez-Velásquez L. R. y Arango A., coordinadores. 2014. Experiencias del primer acopio universitario de papel en Xalapa. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad (CoSustentaUV) y Departamento de Servicios Generales. Xalapa, Ver.
- [7] Ortega Rodríguez E., Jiménez Márquez J.C., Cruz Zetina G., Rodríguez Barrera J.C, Sánchez Velásquez L. R., Serrano Pérez E.B. y Pensado Fernández J.A. 2015. Sistema de Administración y Seguimiento de correspondencia HERMES, ejemplo de gestión universitaria para la reducción de la generación de residuos. Dirección General de Tecnología de la Información y Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad (CoSustentaUV). Xalapa, Ver.
- [8] Buendía Díaz, V.H., Huerta Peña J.E., Hernández Vázquez M., Martínez Barrera R.y Houbbron, E.P. 2014. Estudio de las Plantas Potabilizadoras de la Universidad Veracruzana, región Orizaba-Córdoba. Educación Ambiental para la Sustentabilidad. Grupo Ed. Cenzontle, 1ª ed. México.

## Primera etapa del programa de manejo integral de residuos de la FESI-UNAM

Reyes Olivera, Alfonso<sup>1</sup>; Palacios Díaz, Carlos<sup>2</sup>; Corchado Vargas, Ángel<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Coordinador Académico del PROMIR, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios Número 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, CP 54090, alfonsor@unam.mx, <sup>2</sup>FESI-UNAM, <sup>3</sup>FESI-UNAM.

### RESUMEN

La Facultad de Estudios Superiores Iztacala tiene una población de más de 15 mil personas entre profesores, alumnos, trabajadores y visitantes, quienes generan más de una y media toneladas de residuos sólidos urbanos en un día, en periodo semestral y cerca de 800 kilogramos por día, en el periodo interanual, siendo los residuos orgánicos los más representativos. En el mes de agosto del 2014, inició el Programa de Manejo Integral de Residuos, como un Programa institucional, donde participan todos los sectores de la Facultad (alumnos, profesores, trabajadores y autoridades), con el objetivo de realizar la separación en sus fracciones orgánica, reciclable, sanitaria y PET, además del acopio de pilas, papel y cartón. El Programa consta de dos etapas, donde en la primera se realizó el diagnóstico inicial, el diseño y la puesta en marcha en los espacios abiertos de la Facultad. En la segunda etapa se incorporarán todos los espacios cerrados al Programa. Para la operación del Programa, se creó un Comité multidisciplinario, que sesiona bimestralmente, donde se discuten los avances y se realizan los ajustes pertinentes. En esta primera etapa se instrumentó una intensa campaña de información utilizando diversos medios de comunicación para que toda la comunidad conociera y participara en el Programa. Los avances en la separación de los residuos se reflejan en el llenado de los botes, pues los de orgánicos es menor que para los reciclables. En este periodo se han recuperado más de tres toneladas de residuos, que se han incorporado al ciclo productivo.

**Palabras clave:** FES Iztacala, programa de manejo, residuos sólidos urbanos, separación de residuos



## 1. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Estudios Superiores Iztacala es una entidad académica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En el año 1975, durante la administración del Dr. Guillermo Soberón, ésta entidad inició actividades como Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP), con las carreras de Biología, Médico Cirujano, Cirujano Dentista, Psicología y Enfermería (licenciaturas, excepto la última, de nivel técnico). En octubre de 1992 se incorporó la licenciatura de Optometría.

En abril del año 2001 el Consejo Universitario de la UNAM aprobó la transformación de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Iztacala en Facultad de Estudios Superiores, para participar con programas de doctorado. En el año 2003 la carrera de enfermería pasó de ser una carrera técnica a una carrera de nivel licenciatura.

La población universitaria de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) está compuesta por un total de 1868 académicos, 12 490 alumnos del sistema escolarizado en las seis carreras que se imparten (matriculados para el semestre 2014-1) y un total de 844 trabajadores (Dávila 2014), además de los vecinos de la comunidad que asisten a diversas actividades dentro de la facultad.

La FESI está localizada en la colonia los Reyes Iztacala, del municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México.

## 2. ANTECEDENTES

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 Programa de Manejo Integral que ahora se presenta.

En 1994 en la entonces Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, 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). En este Programa se buscaba aumentar la valoración de la Institución por la comunidad y los usuarios de los servicios de la Facultad, así como evaluar las opiniones y manifestaciones conductuales de la comunidad del campus respecto de su ambiente.

En 2011 Barroso-Lucero realizó la “Caracterización de los Residuos Sólidos Universitarios de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM”, de conformidad con las NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985 y NMX-AA-022-1985, donde se obtuvo información cualitativa sobre el manejo de los residuos por parte del personal de intendencia, así como el servicio de limpia del municipio. Los resultados mostraron que la composición de los residuos fue de la siguiente manera: la categoría “Otros” fue la que mayor porcentaje reportó (46%), “Papel y cartón” (10%), “Plásticos” (32%), “Vidrio” (6%), “Tetrapak” (3%) y “Metales” (3%).

Por otra parte, desde la entrada en vigor de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (publicado en la Gaceta Oficial del DF 22 de abril de 2003), el campus central de la UNAM promovió que los contenedores de basura (baterías de cuatro botes metálicos fijos) de todas sus dependencias, se pintaran de verde y gris para la recuperación de los residuos orgánicos e inorgánicos respectivamente, sin embargo faltó una campaña de sensibilización dirigida a los generadores de residuos para complementar la estrategia de separación señalada en la ley. Sin embargo hay que recordar que la FESI se encuentra ubicada en el Estado de México, mientras que la ley que se comenta fue emitida por la Asamblea Legislativa del DF, por lo que su obligatoriedad

no trascendió a la FESI. Esa fue una de las razones por lo que la separación de los residuos no logró sus objetivos.

En el año 2011 se inició un programa académico para la separación y recuperación del plástico Tereftalato de Polietileno (PET), mediante la colocación de contenedores especiales. Asimismo se empezó con la recolección de papel y cartón en oficinas y espacios administrativos.

De igual forma se han realizado esfuerzos para el acopio de pilas y colillas de cigarro, sin embargo por ser proyectos de tesis, por dificultades técnicas y su elevado costo, no ha prosperado su manejo y recuperación de manera permanente.

En términos generales, se puede decir que el mayor volumen de residuos sólidos urbanos que se generaban en la Facultad, antes de iniciar el Programa de Manejo Integral de Residuos que ahora se presenta, no tenían algún tipo de tratamiento o segregación, excepto la recuperación de PET, cartón y papel.

### **Fundamentos normativos**

El fundamento jurídico para la separación de los residuos sólidos urbanos en Instituciones de Educación Superior del Estado de México, se deduce del análisis integral de los instrumentos jurídicos federales y del Estado de México siguientes; la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el libro cuarto del Código para la Biodiversidad del Estado de México y su reglamento, donde se desprende que Dependencias con características como la FESI tienen la obligación de realizar la separación de sus residuos en las fracciones orgánica e inorgánica por lo menos, de conformidad con su plan de manejo.

De conformidad con la normatividad vigente en el Estado de México, la separación de los residuos sólidos urbanos la deben realizar los grandes generadores y los gobiernos municipales. Los grandes generadores, que producen más de 10 toneladas de residuos sólidos urbanos al año, deben tener un plan de manejo.

Los residuos que se separen en la FESI y se entreguen al gobierno municipal, deben mantenerse separados hasta el sitio de disposición final.

### **3. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS DE LA FESI (PROMIR)**

En la FESI es necesario el manejo sustentable de los residuos sólidos urbanos, por lo que se diseñó el Programa de Manejo Integral de Residuos. Este Programa está dividido en dos grandes etapas, la primera que se presenta en este trabajo, e incluye la adaptación de la infraestructura de la FESI en los espacios abiertos como son espacios lúdicos, pasillos, áreas abiertas, planta baja de todos los edificios, jardineras, entradas, áreas deportivas, etc. y la segunda, donde se incorporarán progresivamente los espacios cerrados como aulas, laboratorios, biblioteca, oficinas administrativas, etc.

Para iniciar esta Primera Etapa, se realizó un diagnóstico inicial, donde se determinó la cantidad de residuos sólidos urbanos que se generaban en la FESI, antes de iniciar el Programa de Manejo Integral de Residuos. Se realizaron dos cuantificaciones del total de residuos y de sus subproductos, uno cuando los alumnos estaban de vacaciones (periodo interanual) y el otro en periodo de clases.

#### **Generación de residuos sólidos urbanos en periodo interanual**

La primera cuantificación de residuos se realizó el 8 de agosto de 2014, entre los años escolares 2014-2015. 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 representaba aproximadamente la mitad de residuos generados en la semana, sin incluir los residuos que se generaron el fin de semana.

De igual forma se procedió a identificar los componentes o subproductos, 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). Para ello se tomó al azar una muestra de 100 kilogramos 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).

Los subproductos se agruparon en 14 categorías, considerando el peso de cada uno de ellos y el porcentaje del total de la muestra (Tabla 1). Es de considerar que la materia orgánica fue el subproducto de mayor relevancia con el 29.73% del peso total de la muestra, el 21.24% fue para el uncel y el 9.65% para el papel (figura 1A).

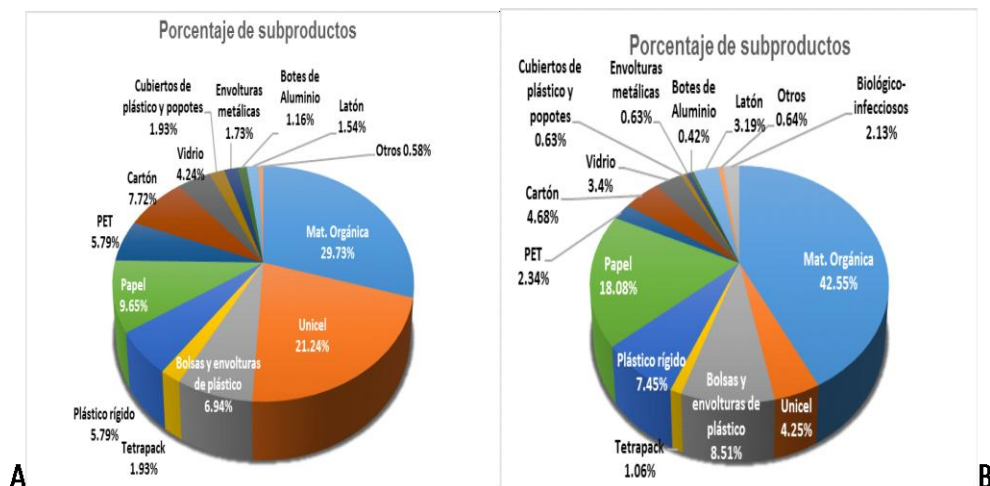
### **Generación de residuos sólidos urbanos en periodo semestral**

Por otra parte, para conocer la cantidad de residuos que se generaron durante dos días hábiles del periodo semestral 2015-1, el 5 de septiembre del 2014, se realizó la cuantificación de todos los residuos. 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. Se puede decir que en estos dos días se generaron poco más de tres toneladas.

Para conocer los subproductos encontrados en los residuos, se siguió la metodología de las normas mexicanas NMX-AA-015-1985 y NMX-AA-022-1985, en donde se tomó una muestra de 200 kilogramos, se homogeneizaron para después extraer 47 kg, los cuales se separaron en 15 categorías (Tabla 1). Posteriormente con el peso por subproducto se calculó el porcentaje, como se observa en la tabla 1. Se encontró que la materia orgánica fue la categoría con mayor representatividad por peso (42.55%), seguida del papel (18.08%) y las bolsas y envolturas de plástico (8.51%) (Figura 1B). Cabe mencionar que en este muestreo se encontraron residuos biológico-infecciosos mezclados con estos residuos.

**Tabla 1.** Peso y porcentaje de subproductos en periodo inter anual y periodo semestral

Subproducto	Inter anual		Semestral	
	Peso en kilogramos	% del subproducto	Peso en kilogramos	% del subproducto
Materia Orgánica	7.7	29.73	20	42.55
Unicel	5.5	21.24	2.0	4.25
Bolsas y envolturas de plástico	1.8	6.94	4.0	8.51
Tetrapack	0.5	1.93	0.5	1.06
Plástico rígido	1.5	5.79	3.5	7.45
Papel	2.5	9.65	8.5	18.08
PET	1.5	5.79	1.1	2.34
Cartón	2.0	7.72	2.2	4.68
Vidrio	1.10	4.24	1.6	3.40
Cubiertos de plástico y popotes	0.50	1.93	0.3	0.63
Envolturas metálicas	0.45	1.73	0.3	0.63
Botes de Aluminio	0.30	1.16	0.2	0.42
Latón	0.40	1.54	1.5	3.19
Otros	0.15	0.58	0.3	0.64
Biológico-infecciosos	0	0	1.0	2.13
<b>Total</b>	<b>25.9</b>	<b>99.97</b>	<b>47</b>	<b>99.96</b>



**Figura 1.** Porcentaje de subproducto en período interanual (A) y semestral (B). En ambas gráficas los residuos orgánicos representan la fracción más importante del total

Como se puede apreciar en la figura 1, los subproductos tienen un comportamiento parecido en los dos periodos de estudio, donde destaca la materia orgánica como el principal componente. Por ello la separación y manejo independiente de los residuos orgánicos, contribuirá en gran medida al manejo sustentable de los residuos en la FESI. Sobre todo porque los residuos orgánicos son los responsables de la contaminación y generación de los gases de efecto invernadero.

### 3.1 Programa institucional

Considerando los datos de generación, la infraestructura para la recuperación de residuos y la forma de trabajo del personal de intendencia, se diseñó el Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI como una estrategia de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos que se generan en la Facultad, sin incluir los residuos peligrosos ni los residuos de jardinería, los que se manejan de manera independiente.

El PROMIR es un Programa Institucional, donde participan las tres Secretarías de la FESI (General Académica, Administrativa y de Desarrollo y Relaciones Institucionales), siendo la última la que coordina directamente el Programa.

Para la operación del PROMIR, se creó el Comité de Manejo Integral de Residuos, formado por dos profesores y dos alumnos de cada una de las seis licenciaturas que se imparten en la FESI, así como trabajadores, investigadores y funcionarios. Es un grupo de trabajo que sesiona bimestralmente, donde se toman las decisiones colegiadamente.

### 3.2 Objetivo del PROMIR

El objetivo del Programa es que los residuos se manejen de manera sustentable, se minimice su generación y se revaloricen, incorporándolos al ciclo productivo mediante la separación en las fracciones orgánica, reciclable, PET y sanitaria, logrando que toda la comunidad de la FESI (alumnos, trabajadores, académicos y autoridades de la facultad) participe coordinadamente. Asimismo se fortalece la recuperación del papel, cartón y pilas usadas.

Para el cumplimiento de este objetivo, se trazaron ocho líneas estratégicas que se cumplirán en el corto, mediano y largo plazo.

### 3.3 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.-Integrar plenamente el Comité de Manejo Integral de los Residuos. 3.-Coordinar estrategias de difusión con todos los sectores de la comunidad. 4.-Aprovechar 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.-Desarrollar 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. La fracción orgánica de los residuos será utilizada como materia prima en la Planta de Biogás de Almaraz, que recientemente inició operaciones, para obtener energía eléctrica. Los efluentes de dicha planta servirán de insumos para la planta de lombricultura que se gestionará posteriormente. A corto y mediano plazo se promoverá la valorización de cada uno de los residuos reciclables. A largo plazo se espera la reducción de la generación y que la mayor parte de residuos se integren al ciclo

productivo, considerando que solamente los residuos sanitarios se confinen en los sitios de disposición final.

### **3.4 Etapas del PROMIR**

Para el diseño y operación del Programa de Manejo Integral de Residuos, lo hemos dividido en tres grandes apartados o etapas: 1) diagnóstico, 2) difusión y 3) puesta en marcha y seguimiento.

#### **Diagnóstico**

En esta etapa se determinó el peso total de los residuos generados en la FESI, la cuantificación y categorización de los subproductos encontrados en los residuos. De igual forma, se llevaron a cabo recorridos en toda la Facultad para ubicar y cuantificar la infraestructura existente relacionada con la recuperación de los RSU. Se analizó el manejo de los residuos por el personal de intendencia, así como la estructura jerárquica de los trabajadores.

Con esta información se diseñaron los objetivos y líneas estratégicas para la implementación del PROMIR. Se creó el Comité de Manejo Integral de los Residuos, como órgano consultivo, de análisis, ejecución y responsable de la planeación estratégica del Programa.

Se acordó que la separación de los residuos se realizaría en cuatro categorías: 1) Reciclables, 2) Orgánicos, 3) Sanitarios y 4) Tereftalato de Polietileno (PET), además del acopio de papel y cartón que se viene realizando con anterioridad. Asimismo se incorporó el acopio de pilas usadas.

Se definió como fecha de inicio del Programa el 11 de agosto de 2014, con la entrada de una nueva generación de alumnos y el inicio del semestre 2015-1. Llegan estudiantes de primer ingreso a las seis licenciaturas que se imparten en la FESI.

El Programa fue diseñado para ser de bajo costo, con una inversión 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 horas extraordinarias a los trabajadores para realizar una separación más detallada de los residuos. Por lo tanto se acondicionó la infraestructura, mediante el uso de bolsas de color colocados sobre las baterías de botes metálicos y los tambos de plástico de 200 litros, para la recolección diferenciada de residuos, de tal manera que la bolsa verde fuera para residuos orgánicos, la bolsa de color gris para residuos reciclables, la bolsa negra para residuos sanitarios y los contenedores de malla de alambre para recipientes de PET. El papel y el cartón se acopiarán mediante cajas de cartón debidamente rotulados. Las pilas de desecho generadas en la FESI, se recuperarán en cuatro recipientes debidamente rotulados.

#### **Difusión**

Para la participación coordinada de todos los sectores de la Facultad, se inició una campaña muy intensa de información sobre el Programa. Se impartieron pláticas con los trabajadores de intendencia relacionados directamente con el manejo de los residuos, profesores, alumnos y trabajadores administrativos en general.

Todos los alumnos de la Facultad, pero especialmente los alumnos de nuevo ingresos de todas las carreras, fueron informados del Programa de separación por diversos medios. La campaña de sensibilización y difusión dirigida a toda la comunidad se realizó por medio de reuniones con grupos de trabajadores, jefes de carrera, profesores, trabajadores administrativos, así como información enviada por redes sociales e internet, pláticas con alumnos en los salones de clase, mantas y algunos carteles pegados estratégicamente en toda la Facultad.

Como estrategia de difusión, el Comité ha participado en los eventos más relevantes que se llevan a efecto en la Facultad, como jornadas de salud, de investigación, eventos culturales, etc.

Desde el inicio del Programa se estableció que para evitar el uso excesivo de papel, que luego formaría parte de la basura, así como para abatir costos, la campaña de difusión privilegiaría la comunicación utilizando los medios electrónicos y de comunicación personal.

### **Puesta en marcha y seguimiento**

El 11 de agosto de 2014 se puso en marcha el PROMIR, con una intensa campaña de difusión dirigida a todos los sectores de la comunidad universitaria. Cada dos meses el Comité se reúne para evaluar los avances y tomar decisiones respecto al Programa. Las tres secretarías que conforman la administración de la FESI siguen muy de cerca los avances del Programa y en especial la Directora de la Dependencia.

Periódicamente se realizan recorridos por toda la Facultad para evaluar la operación del Programa y se tiene comunicación cercana con los jefes del personal de intendencia por corregir las irregularidades en el manejo de los residuos.

Se han realizado algunos ajustes a la infraestructura como el hecho de que los botes para orgánicos y reciclables deben estar juntos y ubicados en sitios definidos. Se han adquirido botes pequeños de color verde para la recuperación exclusiva de residuos orgánicos, mismos que estarán en los pasillos de los edificios.

En el mes de abril del año en curso, se aplicó una encuesta dirigida a los alumnos de segundo semestre de todas las carreras para conocer el grado de información y participación que han tenido en el Programa.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A partir del presente trabajo, se tiene la caracterización de los residuos generados en la FESI en periodo interanual y semestral, como un dato de referencia que ha servido para el diseño del Programa. Estos datos indican que si los residuos orgánicos se manejan de forma separada, gran parte del problema de los residuos se resuelve, por los impactos negativos que ellos representan. Sin los residuos orgánicos, los otros residuos se podrán manejar y valorizar de mejor forma.

Se ha iniciado formalmente un Programa Institucional de manejo de residuos, con la participación de todos los sectores de la comunidad. Un Programa que responde a las exigencias jurídicas, ambientales, académicas y sociales. La Directora de la Facultad ha coordinado a las tres Secretarías para que en el ámbito de sus respectivas competencias participen activamente en el Programa, lo que ha facilitado enormemente la presencia del Programa en la comunidad universitaria.

La integración de un Comité interdisciplinario que reúne a todos los grupos de la Facultad, para la operación, seguimiento y evaluación del Programa, ha sido una herramienta muy importante para su difusión y seguimiento, puesto que se puede llegar a toda la comunidad y se puede visualizar el desempeño del mismo desde diversos ángulos.

La difusión del PROMIR se ha realizado ininterrumpidamente desde que inició formalmente sus actividades. La comunidad universitaria ha recibido con agrado el Programa y se han encontrado dentro del campus acciones espontáneas, que sin estar directamente relacionados con el PROMIR, promueven mediante carteles, mantas o cajas de color verde y gris la separación de los residuos.

Para la difusión del Programa se han utilizado los medios electrónicos, la comunicación directa (pláticas y saloneo), la participación en eventos académicos y culturales, entre otros. De esta forma,

se han utilizado en menor proporción los medios impresos como trípticos, volantes o folletos. Con esta estrategia, se ha observado que los generadores comienzan a separar convenientemente los residuos, pues los botes con bolsa gris (reciclables) se llenan más rápido que los botes con bolsa verde (orgánicos), puesto que los primeros tienen mayor volumen que los segundos. Aunque se ven las diferencias de volumen entre los botes, aún los residuos de la bolsa verde están mezclados, lo que indica que aún se tiene que seguir trabajando intensamente.

No obstante que se tiene una relación de respeto y colaboración con los trabajadores de intendencia, aún se observan dificultades para tener todos los botes con las bolsas del color correspondiente, es decir, los botes rotulados con la leyenda de orgánicos deben tener bolsa verde y los rotulados con la leyenda de reciclables la bolsa gris. Esto ocurre debido a que en las diversas reuniones que se han impartido a los trabajadores y sus jefes de servicio, no todos acuden a ellas. Se debe continuar con la difusión del Programa a los trabajadores.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se han realizado mediciones sobre la generación y composición de los residuos sólidos urbanos en periodo vacacional y durante el semestre, lo que demuestra que la fracción más importante es la orgánica. Por ello se tomó la decisión de separar los residuos en orgánicos, reciclables y sanitarios.

Por primera vez en la Facultad se inició un Programa Institucional para la separación de los residuos sólidos urbanos, donde participan todas las autoridades del plantel, iniciativa impulsada por la Directora de la Facultad y coordinado por el Secretario de Desarrollo y Relaciones Institucionales.

Para la operación del Programa se han realizado algunos cambios en la infraestructura. Todos los botes de plástico y de metal de la Facultad se rotularon y se les colocaron bolsas de color. Los botes con la leyenda de orgánicos deben tener bolsa verde, los rotulados con la leyenda de reciclables deben tener bolsa gris y los botes de los baños deben tener bolsa negra. El PET, cartón, papel y pilas se recuperan en contenedores especiales.

La difusión del Programa por diversos medios a toda la comunidad universitaria, ha sido la principal labor del Comité. Se ha prescindido en gran medida de materiales impresos, privilegiando los electrónicos, personales (reuniones y saloneo) y eventos académicos. Se aprecia respuesta positiva por parte de los generadores, pues los botes con bolsa verde tienen menos residuos que los grises, cuando ambos están juntos.

La separación de los residuos implica el cambio de actitudes de los generadores, lo que representa vencer inercias y costumbres arraigadas. Se sabe que es un proceso gradual, que se debe seguir impulsando el Programa y que los resultados contundentes se verán reflejados en el mediano y largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Dávila Aranda, P., D. Segundo informe de actividades. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. México. 2014. pp. 118.
- [2] Hernández, C., M., G., Silva, R., A., Landázuri, O., A., M., Eisenberg, W., R., Heres, P., M., E., Terán, A. del R., A. Evaluación ambiental en la UNAM, Campus Iztacala. En Aragón L., Silva A., Evaluación psicológica en el área educativa. 2002. México pp. 175-207.
- [3] Rosas Reyes, Miriam. "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 de licenciatura en Biología, (2015). FESI.

- [4] Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Gaceta de Gobierno del DF del 22 de abril de 2003.
- [5] 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>
- [6] 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>

## El manejo de los RSU en Iztacala- UNAM

<sup>1</sup>Conrado Ruiz Hernández y <sup>2</sup>Alma Delia Lupercio Lozano

<sup>1,2</sup>Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalneptla de Baz,  
56 23 11 98, [cruiz@campus.iztacala.unam.mx](mailto:cruiz@campus.iztacala.unam.mx)

### RESUMEN

La generación de desechos y su disposición es uno de los problemas actuales más graves a los que se enfrentan las sociedades. La composición de los residuos sólidos urbanos es diversa y existen numerosos subproductos que pueden ser nuevamente utilizados como materia prima. El retiro de materiales reutilizables o reciclables del flujo de la basura disminuye el volumen y la cantidad de los desechos que son enviados a disposición final. Para el caso de las universidades, son pocas las que realizan programas que involucren a los grandes sectores de la población cumpliendo con objetivos ambientales, resultados claros y vinculados con el área pedagógica. No obstante, hace falta mayor compromiso institucional lo que implica una organización, negociación y disposición de los involucrados. Este documento reporta los resultados de la aplicación de una cartilla de evaluación de diez aspectos en el manejo integral de residuos sólidos urbanos en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM, donde se identifican elementos contextuales y de estructura que son áreas de oportunidad para establecer un manejo sustentable de sus desechos, así como la dirección organizacional y pedagógica del tema. La calificación obtenida refleja que es indispensable y urgente atender cuatro puntos: *generación* (determinación sistemática de los desechos generados); *planeación* (determinar metas de corto, mediano y largo plazo); *organización* (decidir la mejor información y disposición); e *infraestructura* (es indispensable el nombramiento de personal honorario o contratado y disposición de los recursos materiales).

**Palabras clave:** *Desarrollo Sustentable, Plan de Manejo Integral, Reciclaje y Separación*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI) es una de las facultades ubicadas en las zonas conurbada de la ciudad de México como la FES Acatlán, Aragón, Zaragoza y Cuautitlán, se rigen por los estatutos de Ciudad Universitaria y por los órganos institucionales propios de cada entidad. Para el caso de la FESI, las carreras que ofrece pertenecen al área de la salud como Biología, Cirujano Dentista, Enfermería, Médico Cirujano, Optometría, Psicología y SUAyED (Psicología a distancia), además de ser sede de posgrados como la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), Psicología, entre otros.

Al ser una entidad universitaria busca una formación actualizada y de calidad de sus estudiantes de licenciatura, posgrado y especialidades, misma que se sustenta en cuarenta años de trabajo continuo en docencia e investigación. La FESI en este momento cuenta con 1950 académicos; la matrícula total de alumnos de licenciatura, en el semestre 2015-1, fue de 15 240; de posgrado son 292 alumnos, de los cuales 71 cursan una especialización, 133 la maestría y 88 el doctorado, también se cuenta con 893 administrativos de base y trabajadores, además la población que asiste por los diversos servicios que se ofrecen de salud, educativos y culturales.

Siendo una facultad con una vida académica y cultural muy dinámica implica también el consumo de recursos y la generación diferentes tipos de desechos, en este caso nos interesan los residuos sólidos urbanos, los cuales son los que se generan cotidianamente dentro de la FESI.

La FESI, tiene el compromiso de contribuir al cuidado del medio ambiente de una forma que aporte, al mismo tiempo, una formación vinculada con la perspectiva de sustentabilidad, elementos y estrategias para el mejor manejo de la energía, los recursos y sus desechos. En este momento, en la FESI se está llevando a cabo el Plan de Desarrollo Académico Institucional durante el periodo 2012-2016, bajo los lineamientos del Plan de Desarrollo de la Universidad, período en el cuál pueden proponerse diseños que permitan el mejor manejo de los recursos con los que cuenta la institución, acorde con su población de estudiantes, académicos, administrativos y visitantes o usuarios.

La Facultad cuenta con varios programas institucionales, a partir de la diversidad de disciplinas, líneas de investigación y servicios que se desarrollan con diferentes matices, estructuras y objetivos, que tienen como propósito fortalecer el apoyo a la comunidad, por lo que juegan un papel sobresaliente. Entre éstos nos interesa mencionar el Programa de Manejo de Residuos, donde se estableció el Comité de Manejo Integral de Residuos, con la participación de académicos y alumnos representantes de todos los sectores de la Facultad. Este programa se une a los esfuerzos para el acopio del papel, PET y pilas. Se separó basura orgánica e inorgánica. Los resultados fueron satisfactorios, aunque todavía falta mucho trabajo por hacer. En este año hubo un acopio de 289 kg de PET, 7.7 toneladas de papel y 97 kg de pilas; además, se adquirieron 80 contenedores de basura adicionales y se renovaron 72 tipo “campana” en todo el campus [1].

## 2. ANTECEDENTES

Las instituciones de educación superior, afrontan sus propias exigencias ambientales, puesto que cuentan con estructuras complejas que las asemeja a micro ciudades, con comercio, servicio de restaurante, cafeterías, librerías, servicios de imprenta y fotocopiado, todo ello sumado a la actividad académica propiamente dicha, la práctica deportiva y cultural. Las universidades con estas características demográficas y estructurales, adquieren un doble compromiso, ofrecer a la sociedad alternativas y atender sus propias necesidades.

En este sentido, la educación es un elemento estratégico, y la educación superior debe jugar un papel ineludible para este fin, la universidad puede y debe, constituirse como un promotor permanente e intrínseco de la cultura de la sustentabilidad (no sólo en las aulas), a través del abordaje directo del tema, y en su funcionamiento cotidiano y en la forma en que se ejercen sus funciones sustantivas y se organizan las actividades del campus [2].

La UNAM, como la mayoría de las instituciones de educación superior, es resistente al cambio y su respuesta ante la necesidad del mismo es lenta, sin embargo, es importante comentar que existen diversos ejercicios, acciones y proyectos que se han venido desarrollando para avanzar en este terreno. A partir de fines del 2009, la UNAM estaba construyendo una Estrategia de Universidad Sustentable, denominada ECOPUMA, a través de la cual busca potenciar acciones, al tiempo que incorpora nuevas propuestas en materia de operación de nuestra vida cotidiana enmarcadas en 8 ejes: agua, energía, 11 residuos, movilidad, áreas verdes, consumo responsable, construcción sustentable y administración universitaria (e3 -electrónica, ecológica y eficiente-). En cada uno de estos rubros hay diversos esfuerzos que la comunidad universitaria ha venido impulsando desde hace varios años [3] [4].

Actualmente el Programa Universitario de Medio Ambiente PUMA es un espacio para la integración entre el quehacer universitario y las necesidades de la sociedad, a través del impulso y coordinación de proyectos multi e interdisciplinarios, así como multi-institucionales, que incentiven la investigación, la educación, la capacitación, la difusión, la comunicación y la vinculación de los temas ambientales y del desarrollo sustentable.

Este programa cuenta con la estrategia ecopuma universidad sustentable, que busca reducir el impacto ambiental y formar profesionales comprometidos con el medio ambiente. Cuenta con ejes de acción en diversas áreas como energía, agua, consumo responsable, movilidad, áreas verdes, administración electrónica, construcción sustentable y residuos.

En éste último eje se diseñó el Sistema de Separación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para reducir el impacto de la disposición de residuos y separarlos desde su origen. La clasificación es: orgánicos, botellas de plástico, latas, vidrio, tetrapak, papel y cartón, otros. La clasificación se basa en que la generación diaria de residuos en la UNAM, se encuentran materiales con potencial de aprovechamiento como son botellas de plástico, latas, vidrio, tetrapak, papel y cartón. Respecto al papel de baño se solicita se deposite en el inodoro, las toallas sanitarias, tampones, pañales y condones en los contenedores.

Se busca que de los residuos orgánicos se realice composta para las áreas verdes, que los desechos reciclables se incorporen en la cadena de reciclaje y los depositados en los contenedores clasificados como otros, se lleven al relleno sanitario. Esta clasificación se sustenta en que un sistema de separación depende del tipo de residuos generados, de la tecnología disponible para el reciclaje y de la existencia de mercado para su manejo [5].

Reconociendo la problemática de los residuos sólidos a nivel nacional y mundial, además que existen numerosos subproductos que pueden ser nuevamente utilizados como materia prima. Se busca el retiro de materiales reutilizables o reciclables del flujo de la basura disminuye el volumen y la cantidad de los desperdicios que son enviados a disposición final, lo cual resulta de beneficio para el medio ambiente [6].

Ante esta situación, se crea el Programa de Manejo Integral de Residuos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), que inició en agosto de 2014, donde se invitó a participar a la comunidad en la separación de los desechos, estableció una clasificación en orgánicos, inorgánicos, reciclables, PET y sanitarios, se conformó un Comité para el análisis y discusión, así como la toma

de decisiones con miembros representantes de toda la comunidad, con el fin de iniciar una sustentabilidad dentro de la institución.

Es importante reconocer que en la FES Iztacala, hace algunos años se llevó a cabo la realización del proyecto denominado Programa para el Fortalecimiento de la Identidad Ambiental (PROFIA) de manera institucional, que abordaba principalmente la identidad, sin embargo no prosperó con el paso de los años y el cambio de administraciones. En años recientes existían iniciativas que habían logrado colocar algunos residuos en una ruta para su reutilización, como el acopio de PET en contenedores en áreas comunes, el acopio de papel de oficina, así como la colocación de contenedores de mayor capacidad para el depósito de los desechos generados por la población, el continuo interés de académicos y alumnos que realizan proyectos con propuestas para solucionar problemáticas ambientales, etc., que ahora se integran al programa en vigor.

Para tal efecto se consideró que la composición de los residuos sólidos urbanos es diversa: papel misceláneo, restos de alimentos, envases de plástico y metal, así como desechos relacionados con la higiene personal (sanitarios), entre otros. Por otra parte, la demanda también creciente de los recursos naturales renovables está obligando a que éstos sean utilizados de manera racional y sostenida para evitar su agotamiento.

La disposición correcta obliga a acatar la normatividad mexicana en materia de manejo y disposición de residuos. En México en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos [7], [8], define que los centros que generen al año más de diez toneladas, están obligados a realizar planes de manejo de acuerdo a la determinación de sus desechos. Dichos planes deberán ser orientados a valorizar y prevenir un sistema integral para manejo de los residuos. De acuerdo con esta ley, la mayoría de las instituciones educativas, pertenecen a esta categoría. Si bien la ley tiene como jurisdicción el Distrito Federal, es pertinente considerarla para estructurar un plan de manejo aunque la institución pertenezca al Estado de México.

Para el caso de las universidades de nuestro país, son pocas las que realizan programas que involucren a los grandes sectores de su población cumpliendo con objetivos ambientales, resultados claros y vinculados con el área pedagógica. A pesar del compromiso social, al formar profesionales, se esperaría, que al ejercer su profesión también conserven el medio ambiente desde una postura integradora.

Para la FES Iztacala aún no se logra que forme parte de un tronco común en la educación superior, es decir, que todas las carreras aborden aspectos clave para que la comunidad escolar, realice dentro de la institución acciones a favor del medio ambiente. Lo que sí se ha logrado, muy lento a nuestro parecer, es incluir como parte de las estructuras físicas elementos como focos ahorradores, baños secos, cuidado de áreas verdes, colocación de contenedores separados para desechos distintos, enviar mayor cantidad de correos electrónicos para disminuir el uso del papel, etc., como parte del plan de rehabilitación y adecuación de áreas comunes.

El cumplimiento de estas acciones, en cuanto a un comportamiento social e institucional, es lo que se toma en cuenta para evaluar un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos.

Considerando los aspectos que generalmente se cotejan en los listados, se diseñó una cartilla que se aplicó para la evaluación del programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos de la FESI, que inició el mes de agosto del año pasado. Considerando que es muy poco el tiempo desde que inició el programa, creemos se hace necesaria una evaluación constante del mismo para la mejora de uno o varios rubros del mismo.

En la cartilla se consideran diez aspectos básicos a partir de los cuales pueden desglosarse o adaptarse a cada situación, incluso a instituciones de otro nivel educativo (medio superior o educación básica), reconociendo que esta cartilla es una propuesta que puede mejorarse.

El concepto de auditoría ambiental se relaciona con el acto de verificar el cumplimiento de las acciones en pro del ambiente y la salud pública, ya sea de normas legales y/o de aquellos compromisos sociales adquiridos por el organismo o comunidad en cuestión; revisiones que por lo general implican contrastar la aplicación de acciones con listados de cotejo o checklist, las cuales, oficialmente, son requisitadas por la autoridad a cargo, lo que puede conllevar la imposición de sanciones, especialmente cuando se incumplen normas técnicas o legales [9].

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LA IES**

El Programa de Manejo Integral de Residuos de la FESI (está a punto de cumplir un año en agosto), en su primera reunión del comité estableció la clasificación para la disposición de los desechos desde el origen, la cual consiste en orgánicos, reciclables, sanitarios y poliestireno tereftalato (PET). Se dio el banderazo de inicio etiquetando los contenedores existentes en las áreas abiertas, es decir corredores y espacios comunes al aire libre, las bolsas de los contenedores deben ser verde, gris y negra respectivamente y, para el PET, se construyeron contenedores de mayas metálicas. Además de recaudar papel y cartón en oficinas del edificio de gobierno y cubículos de algunos docentes que separan estos desechos.

Es importante aclarar que el acopio de PET como el papel y el cartón han sido actividades que existían desde hace varios años por iniciativas de administrativos y algunos docentes y se incorporaron al programa actual. Estas actividades por ser realizadas por voluntarios, entre alumnos y administrativos, no llevaron a cabo un registro sistemático de los mismos, por lo tanto a la fecha se tiene aproximados, es decir no se cuentan con datos confiables para llevar a cabo una investigación.

Antes del programa, por iniciativa de algunos docentes y alumnos se llevaron a cabo dos estudios de cuarteo con muestras de 50 kg de acuerdo con las normas oficiales (NMX-AA-022 y NMX-AA-015-1985), sin embargo se consideran trabajos propiamente escolares.

Así como la realización de tesis y prácticas de lombricomposta y tratamiento de colillas de cigarro, entre otras sobre estrategias de educación ambiental, más recientes.

Para la difusión del programa a la comunidad iztaccalteca se han estado realizando pláticas a los alumnos en sus salones (saloneo), reuniones con los jefes de cada carrera, así como estar presente en la mayoría de los eventos académicos y culturales que se realizan dentro de la FESI, con la participación constante de alumnos de servicio social de las distintas carreras y los voluntarios que

Se pretende lograr una vinculación firme con los docentes que estén interesados en realizar investigaciones con la temática y en su momento difundir los resultados. Sin embargo, consideramos aún no se ha cumplido con el objetivo principal del programa que es el comercializar en empresas responsablemente ecológicas, los desechos que son reciclables que se generan dentro de la FESI. Consideramos que las etapas de difusión a trabajadores, académicos, estudiantes y visitantes de la facultad, deben de ser contantes a lo largo del ciclo escolar, el siguiente paso debe ser reducir, en la medida de lo posible, la disposición final de residuos sólidos urbanos en rellenos de los Estados de México y Morelos.

Se aplicó una cartilla sobre el manejo integral de los residuos sólidos comunes, con el objetivo de tener una noción sobre el estado actual de este desempeño ambiental, en la UNAM-Iztacala.

Para lo cual se integró un equipo evaluador compuesto por investigadores (con especialidad en ingeniería y educación ambientales) y personal administrativo -encargado de la disposición final de los desechos sólidos comunes- generados en la institución.

El instrumento se evalúa con 1 punto cuando el rubro calificado claramente es atendido en la institución, es decir existe evidencia física o en documentos confiables; se asignará .5 cuando el aspecto esté medianamente atendido, es decir cuando no es claro o no sea consecuente; y se otorgará 0 cuando las acciones para abordar ese rubro en particular sean poco claras o no se hayan llevado a cabo.

La aplicación de la cartilla se llevó a cabo bajo una dinámica de discusión, "auto-crítica" y consenso.

**Tabla 1.** Cartilla de evaluación.

	CONCEPTO	OBSERVACIÓN	EVALUACIÓN
1	GENERACIÓN	Determinación de desechos generados y estimación de cantidades aproximadas. Conviene dar a conocer el método aplicado.	0
2	PLANEACIÓN	Diseño de un plan de manejo integral de la basura (reducción, reuso y reciclaje) con metas de corto, mediano y largo plazos que sea factible de ser adoptado por la comunidad. Este plan debe ser del dominio público.	.5
3	ORGANIZACIÓN	Decidir sobre la manera en que se pondrá en marcha en la institución y que se designe a personal responsable.	.5
4	INFRAESTRUCTURA	Nombramiento de personal honorario o contratado y disposición de los recursos materiales necesarios, cuidando la salvaguarda de los participantes.	.5
5	TIPOLOGÍA	Manera en que se pide a la comunidad el vertido de la basura, en donde haya claridad y entendimiento sobre lo que deben hacer las personas. Conviene dar a conocer cómo se tomaron decisiones.	.5
6	INSTRUMENTACIÓN/SEGUIMIENTO	Aplicación del plan de manejo diseñado y supervisión sobre su marcha apropiada.	.5
7	EDUCACIÓN/CAPACITACIÓN	Intervenciones educativas pedagógicamente bien diseñadas con respecto al aprendizaje de conocimientos y habilidades vinculadas a la cultura del reciclaje.	0
8	EVALUACIÓN	Medición, con la mayor objetividad posible, del aprendizaje y motivación que manifiesta la comunidad. Esta información debe ser útil para retro-alimentar el programa.	0
9	TRANSPARENCIA	Mecanismos en que se da información amplia a la comunidad sobre la marcha del programa y de problemas que es necesario resolver.	0
10	RENDICIÓN DE CUENTAS	Información fidedigna sobre los recursos económicos o en especie obtenidos -a través del programa- y el destino que se les da	.5

Instrumento que permite la evaluación de rubros indispensables (pueden desglosarse o incluirse otros) para acciones y/o programas de educación ambiental.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planeación de un programa de manejo integral debe de contar con estudios previos de generación de residuos y de cuarteo, que permitan determinar las áreas de mayor generación de desechos, para la colocación de los contenedores suficientes para que pueda llevarse a cabo la separación desde el origen sin mayor dificultad.

Debe de concluirse el ciclo es decir, todo el esfuerzo y voluntad de las personas participantes pierde sentido cuando no se recuperan residuos para su reciclaje. Aunque la población participe con ímpetu éste no se mantendrá por mucho tiempo si percibe que su voluntad de separación no se ve reflejado en el manejo sustentable de los desechos.

Es recomendable que antes de establecer una clasificación de desechos, se conozcan cuáles se generan en la institución y en dónde, lo que implica el desarrollar un sistema de registro sistemático y confiable que permita realizar inferencias.

Para la FESI, los puntajes en los cuales se otorgó una calificación de medio punto fueron: la *planeación*, la *organización*, *infraestructura* y la *tipología*, obteniendo una calificación de dos. En estos aspectos se distingue una labor evidente, debido a que se ha iniciado ya el programa de manejo integral. Algunas de las iniciativas ya existentes sobre el manejo de algunos residuos, ahora se articulan (principalmente trabajadores y los jefes de servicio) con el empeño de mejoramiento para las instalaciones de la escuela, impulsado por la administración actual.

Hasta el momento podría decirse que estamos en un momento de gestación y el diseño, aplicación y mejoramiento de este tipo de instrumentos puede darnos una perspectiva que nos permita hacer un alto y reconocer lo que se hace bien y qué se puede mejorar.

#### 5. CONCLUSIONES

Sin embargo, pese a todas las iniciativas previas al programa, se hace necesario conocer a ciencia cierta, en relación a la generación de residuos sólidos, cuanto, cuándo, en qué áreas y qué se genera de residuos para proponer modificaciones y adendas al plan de manejo que permita formular un diagnóstico acorde con las características de la FESI y encaminarnos a tener las bases necesarias que permitan diseñar un plan de manejo integral de residuos sólidos.

Es indispensable y urgente atender los cuatro primeros puntos que son la *generación* (determinación sistemática de desechos generados y estimación de cantidades aproximadas); *la planeación* (que el programa actual de manejo integral determine -reducción, re-uso y reciclaje- con metas de corto, mediano y largo plazo factible de ser adoptada por la comunidad); *la organización* (decidir sobre la mejor manera en que se está encaminado el programa con información y disposición de integración de la misma para su mejora), y *la infraestructura* (nombramiento de personal honorario o contratado y disposición de los recursos materiales necesarios).

Atendiendo éstos, considerados estratégicos, permitirán el desarrollo de los aspectos restantes. En resumen, hace falta mayor compromiso institucional que se refleje en una administración sustentable que establezca a la comunidad una participación constante y crítica, lo que implica una organización, negociación constante y disposición de los involucrados, cuestión que no es sencilla y lleva tiempo.

Otro elemento estratégico, es involucrar al personal académico en temas de gestión e investigación en el manejo de los residuos, acorde con cada carrera que se ofrece en la FESI, aspecto que brindaría diversas perspectivas a una misma problemática y posibles intervenciones.

Es importante reconocer que el plan de manejo se encuentra en un momento de gestación, y el diseño, aplicación y mejoramiento de este tipo de instrumentos de evaluación, como la cartilla utilizada en este estudio, puede darnos una perspectiva que nos permita hacer un alto y reconocer lo que se hace bien y qué se puede mejorar en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM.

Si bien existe el compromiso sustentable en las universidades, la realidad es que muchas veces no corresponde con los documentos, en el sentido de que las políticas, reglamentos y estatutos no se modifican tan rápidamente para que pueda ser ambientalmente sustentable, además de que en un inicio todo esto implica un costo adicional que debe sufragar la universidad, sin dejar de reconocer los esfuerzos y actividades de algunos miembros de la comunidad que no llegan a tener un alto impacto en la institución, pero que se mantienen con la voluntad del docente y sus alumnos.

### **AGRADECIMIENTOS**

Proyecto PAPCA 2014-2015 “Diagnóstico y propuesta operativa para el desarrollo de un programa de manejo integral de residuos sólidos en la FES Iztacala, UNAM”.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] 3er informe de actividades 2015.(17 de abril de 2015)  
[http://direccion.iztacala.unam.mx/PDFs/tercer\\_informe\\_PDDA.pdf](http://direccion.iztacala.unam.mx/PDFs/tercer_informe_PDDA.pdf)
- [2] Rosales, Saldaña, Toledo y Maldonado, caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el instituto tecnológico de Tepic, una Institución de educación superior, Revista Bio Ciencias, Julio 2013, 2(3): 216-223.
- [3] Ímaz, M. (2010). Las instituciones de educación superior y la sustentabilidad: educación para el cambio y cambio en la educación Mireya Programa universitario de Medio Ambiente, UNAM 17 de noviembre. 20 de mayo de 2015.  
<http://ecopuma.unam.mx/PDF/SECCIONES/PUBLICACIONES/Las%20instituciones%20de%20educacion%20superior%20y%20la%20sustentabilidad%20educacion%20para%20el%20cambio%20y%20cambio%20en%20la%20educacion.pdf>
- [4] Alcántara V., Cruz I. y Santos E. Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos en ciudad universitaria. Memorias. Congreso Interamericano de Residuos. Mérida, Yucatán. 4 al 7 de mayo, 2005. 1-88.
- [5] Ecopuma Universidad Sustentable.15 de abril de 2015. <http://ecopuma.unam.mx/residuos.php>
- [6] Orta, M., Saucedo, G. y Tovar, L. (2014). Composición y generación de residuos sólidos urbanos de la ciudad de México durante 2008-2009, UAM-Iztapalapa.
- [7] SEMARNAT, Programa nacional para la prevención y gestión integral de residuos 2009-2012.
- [8] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 2 de octubre, 2009. México D.F., 174 pp.
- [9] Ruiz, C. y Lupercio Separar para reciclar ¿sabemos hacerlo?, Ciencia y Desarrollo, vol. 237, núm. 251, abril 2011, pp.20-27

## Programa Institucional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable en la Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>1</sup>Claudia Estela Saldaña Durán, <sup>2</sup>Sarah Ruth Messina Fernández, <sup>3</sup>Silvia Lucero Vázquez Rea, <sup>4</sup>Marintia Elizabeth Crespo Zuira

<sup>1,2</sup>Cuerpo Académico de Sustentabilidad Energética UAN-CA-257 de la Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, C.P. 63155. Tel. (311) 124 96 94, Tepic, Nayarit, México. cesduran@uan.edu.mx

<sup>3,4</sup>FEUAN-VERDE, Federación de estudiantes de la Universidad Autónoma de Nayarit.

### RESUMEN

En la Universidad Autónoma de Nayarit se realizó un diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos generados en el campus, los resultados indican que el manejo de los residuos no es el adecuado. Además de ello se realizó la caracterización de los residuos sólidos del campus universitario en cada una de las unidades académicas que la conforman. Los resultados de este estudio establecen el potencial de reciclaje y de minimizar el impacto al ambiente. De esta manera, se logró llevar a cabo el programa Institucional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Nayarit, cuyo objetivo es construir una cultura hacia la sustentabilidad a través de la práctica de la separación selectiva en el manejo de los residuos sólidos, basado en la participación social; un enfoque tecnológico como la reutilización, valorizando los materiales como el reciclaje; y la formulación de políticas universitarias hacia la sustentabilidad. Se concluye que los programas e iniciativas en el ámbito ambiental, ayudan a las instituciones de educación superior en varios aspectos y principios como: la formación integral de los estudiantes, en cuanto a los académicos y administrativos estarán inmersos en una nueva práctica en el quehacer cotidiano de la universidad. De esta manera la sociedad universitaria podrá enfrentar los retos ambientales en el futuro.

**Palabras clave:** *Caracterización de residuos, Reciclaje, Cultura sustentable*



## 1. INTRODUCCIÓN

La universidad, por su vocación de generadora de conocimiento, por su valor crítico y por la formación de profesionistas en diferentes disciplinas, adquiere un significado y un papel fundamental en la sociedad del nuevo siglo XXI [1]. Para ello se requiere un cambio de esta manera, los egresados universitarios podrán estar en condiciones de insertarse en el proceso de desarrollo de nuestro país promoviendo activamente una cultura científica y tecnológica, así como los valores del crecimiento sustentable, la democracia, los derechos humanos y el combate a la pobreza, con miras a una sociedad global, armónica y solidaria en la que prevalezcan dichos principios.

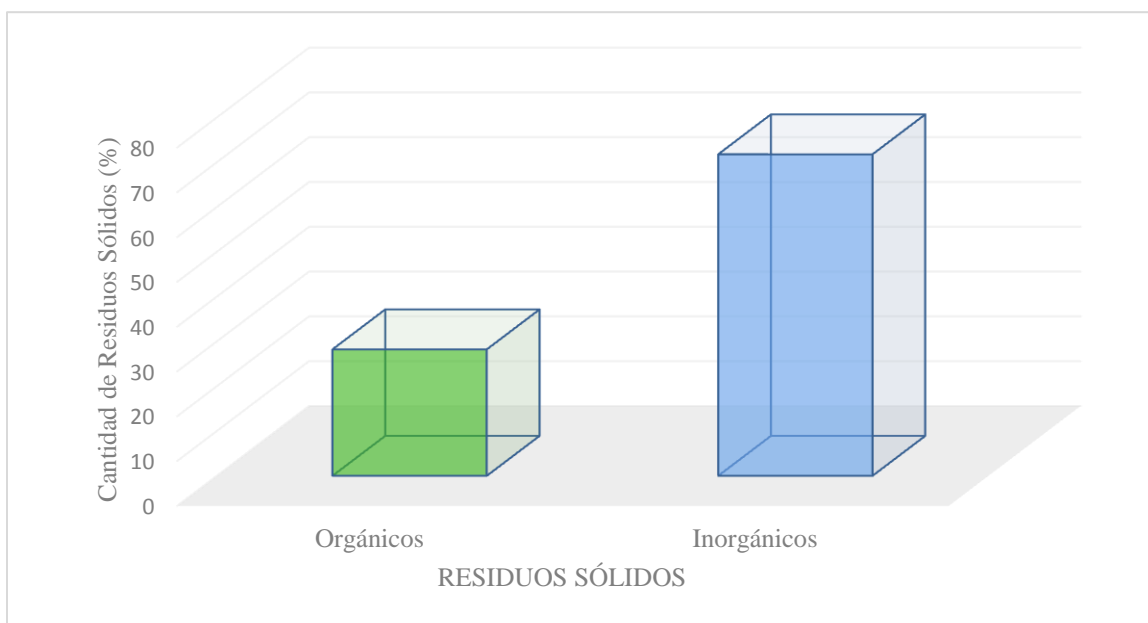
Este es un reto de emprender un proceso transformador en principios éticos, asumiendo actitudes de responsabilidad hacia la ordenación y mejora de nuestro entorno ambiental, una nueva forma de entendernos con nuestro planeta.

En la Universidad Autónoma de Nayarit el medio ambiente no forma aun parte articulada e integrada de los referentes institucionales ni académicos como un eje transversal de la vida cotidiana institucional (universidad sustentable) ni como un elemento fundamental del egreso de los estudiantes que han de asumir responsabilidades profesionales y ciudadanas.

Para ello la universidad debe construir escenarios viables en los diferentes ámbitos del ambiente como son el manejo adecuado del agua, la gestión de los residuos, y el uso eficiente de las energías, para superar condiciones de deterioro ambiental y social en la construcción de sociedades sustentables.

## 2. ANTECEDENTES

En esta primera etapa se llevó a cabo el estudio de caracterización. Se utilizó una variedad de técnicas que provienen de la antropología, y la arqueología, fue un estudio descriptivo, transversal y se obtuvo un control cuasi-experimental en la obtención y tratamiento de las muestras, ver Figura 1.



**Figura 1.** Composición de los RSU en la Universidad Autónoma de Nayarit

Se recolectaron muestras de residuos directamente de los generadores universitarios; se montó un laboratorio provisional de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), para la clasificación en el que se

realizó un trabajo de separación, clasificación y registros de la composición de la basura. La clasificación y cuantificación de generadores de RSU se llevó a cabo con base en las actividades que desarrollan en la zona universitaria: Edificios académicos y administrativos, jardines y corredores, y áreas de loncherías.

En el campus universitario el manejo de los residuos se concentra en diferentes centros de acopio, situados sobre las aceras principales y cercanas a las unidades académicas y administrativas. En estos centros de acopio, los residuos se disponen en contenedores que son tambos de metal de 200 litros, o en bolsas negras sin ningún empaque. Se realizó un conteo de estos espacios y se cuenta con 20 centros de acopio ubicados en toda el área del campus.

La práctica común en el manejo de los residuos de poda en la Universidad es la incineración (Figura 2).



**Figura 2.** Incineración de los RSU en la Universidad Autónoma de Nayarit

La Basura se deposita en los centros de acopio en dos turnos por la mañana de las 7:00 a las 9:00 y por la tarde de 16:00 a las 18:00 horas pero por lo recorridos que se han realizado se observa que no se respeta este horario pues siempre se encuentran bolsas de basura en estos lugares.

En el campus universitario se recolectan aproximadamente seis toneladas diarias en los dos turnos de recogida por la mañana a las 9:00 y por la tarde a las 16:00 horas.

En el campus universitario las unidades académicas y administrativas cuentan con contenedores en sus espacios internos y en las áreas de pasillos del campus se cuenta con botes (contenedores) propios de formas diversas y colores. No cuentan con ninguna leyenda en cuanto algún control de los residuos (Figura 3).

Estos espacios visualmente impactan al observador que transita por las áreas de la universidad, debido a una falta de manejo adecuado de los RSU.



**Figura 3.** Manejo de los RSU en la Universidad Autónoma de Nayarit

El Manejo de los residuos de poda y jardín en la UAN, se disponen en estos centros de acopio a cielo abierto, por lo general no se recogen, y permanecen en los espacios de circulación peatonal y vehicular, los que permanecen hasta varios días (Figura 4). Es importante analizar que estos restos pueden inducir escape de olores y albergar fauna nociva, porque además las personas que transitan por estos lugares depositan sobre de ellos residuos como, residuos de alimentos, envolturas, bolsas, botes de plástico por mencionar algunos.

La falta de planeación en el manejo de los residuos en el campus universitario, se refleja en la ausencia de infraestructura que sea adecuada para la separación selectiva de la diversidad de materiales que se generan. Donde los datos del estudio de caracterización muestran hasta un 70 % de materiales inorgánicos reciclables, papel, cartón, plásticos, metales, vidrio y tetrapack.

Es importante que en una institución de educación superior sea fundamental fomentar el conocimiento y la tecnología avanzada para resolver el problema de la alta producción de residuos en las ciudades.



**Figura 4.** Manejo de los RSU de poda en la Universidad Autónoma de Nayarit

### **3. DESCRIPCIÓN**

El propósito de este trabajo es conducir a la sociedad universitaria hacia un cambio de cultura sustentable donde el concepto de la sustentabilidad es algo más que la interconexión entre economía, sociedad y medio ambiente. En este momento con los avances de la reforma educativa en la Universidad Autónoma de Nayarit es apropiado preguntar ¿En qué nivel de la sustentabilidad estamos?

Por lo anterior, se postula que la labor educativa en el ámbito ambiental puede contribuir a la construcción y la apropiación de acciones que favorezcan la solución de los problemas ambientales.

#### **3.1 Educación ambiental**

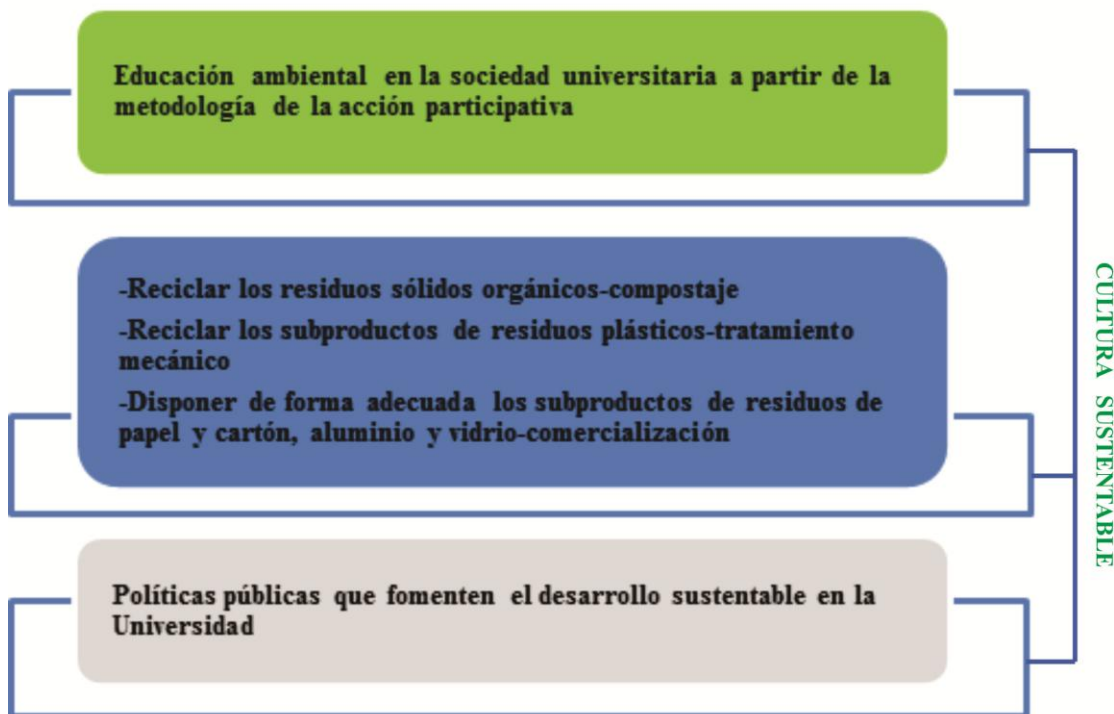
El reto de la educación ambiental es promover una nueva relación de las sociedades con su entorno ambiental, a fin de procurar a las generaciones actuales y futuras un desarrollo personal y colectivo, más justo, equitativo y sostenible, que pueda garantizar la conservación del soporte físico y biológico sobre el que se sustenta. Pasar de la forma tradicional de abordarse utilizando instrumentos normativos y represivos que si bien es cierto son importantes, estos deben incorporar otros métodos basados en el aprendizaje social, la responsabilidad, la participación, los principios y valores.

Se deben retomar aspectos que puedan ser relevantes en los próximos años en la Universidad Autónoma de Nayarit como: incidir en el currículo, considerar componentes sociales, políticos y económicos en la prevención de problemas ambientales, y en el debate sobre alternativas

sostenibles. Además, más allá de la sensibilización e información ambiental, hay que formar un cambio en valores y comportamientos. Construir una cultura sustentable, promoviendo la participación social en la comunidad universitaria, sobre las iniciativas ambientales para alcanzar un consenso social.

Por ello, se propone un programa de educación ambiental institucional que promueva alternativas de sustentabilidad, y que la participación de la sociedad universitaria sea un factor de cambio hacia el reciclaje y la separación selectiva de los residuos. A través de la información y campañas de sensibilización en cada una de las unidades académicas, creciendo gradualmente hasta cubrir el campus universitario, monitorear las cantidades generadas en los contenedores por la separación selectiva y llevar un registro por separado de cada material para tener indicadores puntuales sobre el avance del programa.

De esta manera, se llevará a cabo el programa Institucional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Nayarit (EDUCADESU-UAN). En una primera etapa la construcción de una práctica sustentable de la sociedad universitaria en el manejo de los residuos sólidos basado en la participación social realizando la separación selectiva; tecnológica como la reutilización, y el reciclaje valorizando los materiales; y la formulación de políticas universitarias hacia la sustentabilidad. Como se observa en Figura 5.



**Figura 5.** Programa EDUCADESU-UAN en la Universidad Autónoma de Nayarit

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudios de caracterización de los residuos sólidos universitarios determinan el potencial del reciclaje en las instituciones de educación superior, el trabajo interdisciplinario de los diferentes actores y su intervención en los distintos planes, expresados en programas para la mejora del sistema de gestión de residuos sólidos municipales [2], [3], [4], [5]. Las características de los materiales como materia orgánica, papel, cartón, vidrio, aluminio, plásticos Polietileno de Tereftalato PET y Polietileno de alta densidad HDPE, los que representan un alto porcentaje para su separación selectiva e integrarlos al reciclaje lo que contribuye a la sustentabilidad de dichas instituciones [5].

Se diseña un balance de masa donde se determina el desarrollo del programa EDUCADESU-UAN y el manejo del flujo de los materiales. Esto permite tomar acciones en la planeación como lo señalan [2], [3], [4], ver figura 5. El volumen de los residuos orgánicos es significativo en todos los estudios analizados en México y en otros países lo que equivale aproximadamente al 50 % del total generado. Su potencial de reciclaje es la elaboración de composta utilizada en los tratamientos de suelos contaminados [6], [7], [8], [9], [10].

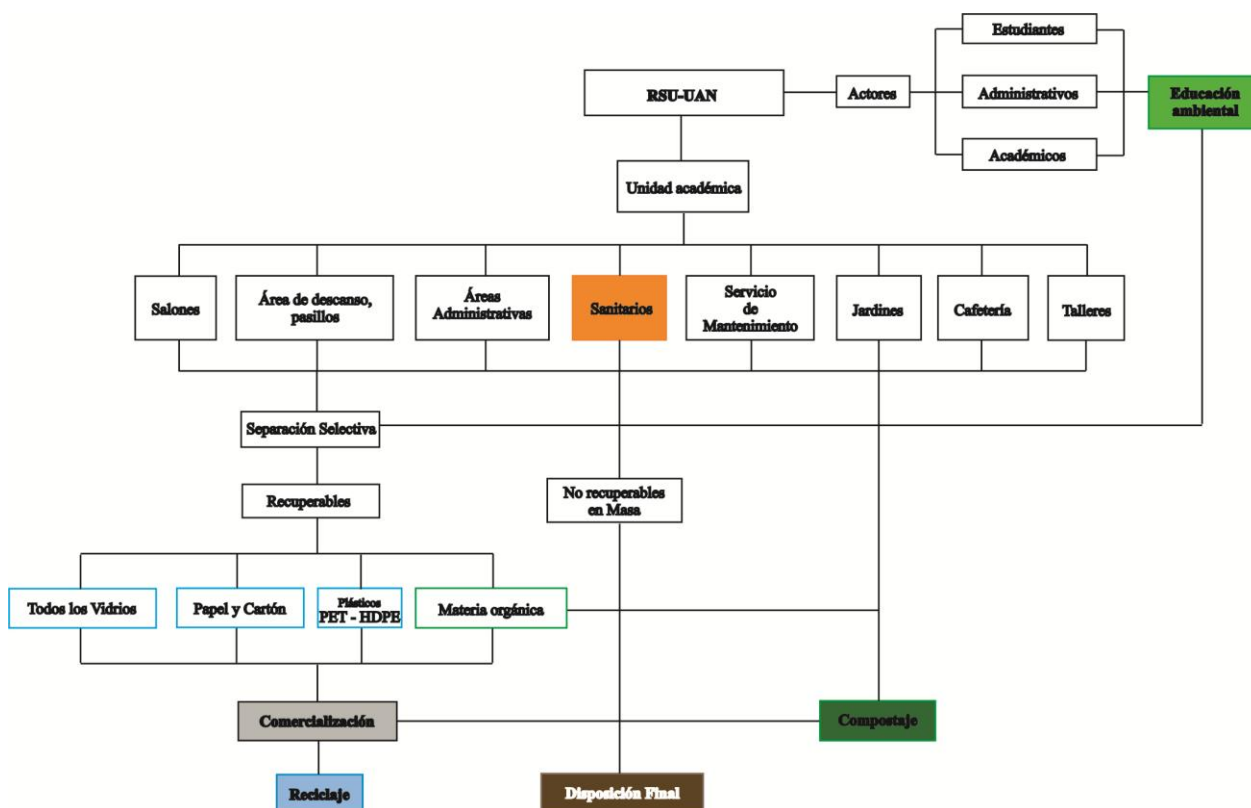


Figura 5. Balance de los RSU en la Universidad Autónoma de Nayarit

#### 5. CONCLUSIONES

Los programas e iniciativas en el ámbito ambiental promueven en las instituciones de educación superior principios como: la formación integral de los estudiantes, además los académicos y administrativos estarán inmersos en una nueva práctica en el quehacer cotidiano de la universidad. De esta manera la sociedad universitaria podrá enfrentar los retos ambientales en el futuro.

Este esquema de reflexión sobre la relación hombre-naturaleza, conducirá a las instituciones a una nueva forma de entenderse con su planeta y la ordenación y mejora de nuestro entorno ambiental.

Los programas específicos como el manejo de los residuos sólidos originarán en el campus universitario a corto plazo la minimización de los residuos, y la transformación de la imagen urbana. A largo plazo contribuirán a la construcción de una cultura hacia la sustentabilidad.

Es importante que durante el desarrollo de estos programas sean evaluados para consolidarlos y desde el campo de la investigación analizar los comportamientos ambientales en la comunidad a partir de diferentes enfoques cuantitativo y cualitativo.

Iniciar este tipo de programas en las instituciones de educación superior, despertaran el interés y podrán expandirse hacia la sociedad en general.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se llevará a cabo gracias al financiamiento otorgado por el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), a la Secretaría de Docencia de la Universidad Autónoma de Nayarit. A la intervención del Cuerpo Académico UAN-CA-257 Sustentabilidad Energética, a FEUAN-VERDE de la Federación de estudiantes y a la Academia de Ambiente y Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Nayarit.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Malo, S. 2000. "La Educación Superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo. Una propuesta de ANUIES". *Revista de la Educación Superior Número 113*. Vol. (29), pp. 1-8.
- [2] Ruiz, M. M. 2012. Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28, pp. 93-97.
- [3] Armijo de Vega, C., Ojeda, B. S., Ramírez, B. E. 2008. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. *Waste Management*. Vol. (28), pp. 21-26.
- [4] Espinosa, R.M., Turpin, S., Polanco, G., de la Torre, A., Delfín, I. y Raygoza, I. 2008. Integral urban solid waste management program in a Mexican university. *Waste Management*. Vol. (28), pp. 27-32.
- [5] Smyth, D. P., Fredeen, A. L., Booth, A. L. 2010. Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. (54), pp. 1007-1016.
- [6] Serkan, N. S., Bayram, A. 2008. Municipal solid waste characteristics and management in Gümüşhane, Turkey. *Waste Management*. Vol. (28), pp. 2435-2442.
- [7] Ekere, W., Mugisha, J., Drake, L. 2009. Factors influencing waste separation and utilization among in the Lake Victoria crescent, Uganda. *Waste Management*. Vol. (29), pp. 3047-3051.
- [8] Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, S., Jamroz, E., Kocowicz, A. 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biol. & Biochemes*. Vol. (39), pp. 1294-1302.
- [9] Farrel, M., Jones, D.L. 2009. Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresource Technology*. Vol. (100), pp. 4301-4310.
- [10] Fernández-Gómez, M., Nogales, R., Insam, H., Romero, E., Goberna, M. 2010. Continuous-feeding vermicomposting as a recycling management method to revalue tomato-fruit wastes from greenhouse crops. *Waste Management*. Vol. (30), pp. 2461-2468.



**Investigaciones relacionadas a los  
residuos en las Universidades**

## Composteo de residuos de jardinería como una práctica docente en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco

<sup>1</sup>Juan Carlos Alvarez Zeferino

<sup>1</sup>Profeso-Investigador. Universidad Autónoma Metropolitana, avenida San Pablo 180, colonia Reynosa Tamaulipas, delegación Azcapotzalco, C.P. 02200. D.F., México. Teléfono 53189000 Ext. 2273 o 2196. jucaf@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

La gestión integral de residuos sólidos urbanos es un tema relevante para la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, en donde uno de los pendientes es el tratamiento de los residuos orgánicos y de poda. En este trabajo se presenta una experiencia docente, en donde se involucra a los alumnos para realizar un proceso de composteo de los residuos de jardinería generados en la universidad, mediante la aplicación de diferentes tratamientos (bioestimulación y bioaumentación). Los resultados obtenidos son trascendentes debido a que los alumnos logran identificar las diferencias (en términos de temperatura, humedad y nutrimentos) entre cada tratamiento, además de contribuir a la elaboración de un abono orgánico el cual es utilizado en las áreas verdes de la universidad.

**Palabras clave:** *bioaumentación, inoculación, fase termofílica*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco (UAM-A), se localiza al norte del Distrito Federal, en la avenida San Pablo y el eje 5 Norte (Montevideo), frente al deportivo Reynosa, en un terreno de aproximadamente 200 mil metros cuadrados. El 11 de noviembre de 1974 UAM-A abrió sus puertas para formar profesionistas en las ciencias básicas e ingeniería, las ciencias sociales y humanidades y las ciencias y artes para el diseño, misión que día a día ocupa a la institución a través del cumplimiento de las labores sustantivas de docencia, investigación, preservación y difusión de la cultura [1].

La licenciatura en Ingeniería Ambiental es una oferta educativa cuyo plan de estudios se creó en 1974, al iniciar las operaciones de la institución. En ese entonces el tema ambiental surgía apenas como uno de los asuntos relevantes que debían atenderse, con un énfasis en el control de los problemas de la contaminación. En este sentido la UAM-A sentó un precedente al ser la primera Institución de Educación Superior (IES) que ofreció una licenciatura en Ingeniería Ambiental en el país [2].

## 2. ANTECEDENTES

Desde octubre del 2003 se encuentra en marcha el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la UAM-Azcapotzalco: “Separación para un mejor UAMambiente”, el programa forma parte de las acciones que se efectúan en la universidad para la conformación de una cultura de sustentabilidad [3]. El programa fue concebido para ser aplicado en tres etapas:

### Primera etapa

Separación de los residuos en “Recuperables” (envases de PET, aluminio, vidrio y multicapas) y “No recuperables” (todo lo demás), generados en la cafetería, áreas abiertas, accesos y pasillos de la planta baja de la Unidad. Esta actividad la realiza la comunidad al momento de depositar sus residuos en los recipientes diseñados especialmente para ese propósito.

### Segunda etapa

Separación de los residuos generados en los pasillos de los tres pisos de los edificios de la Unidad y en áreas de oficinas administrativas y académicas, así como la recuperación de papel de desecho en oficinas.

### Tercera y última etapa

- Tratamiento de los residuos orgánicos, tanto los de la cafetería como los de poda, mediante el diseño, equipamiento y puesta en marcha de una planta de composta y/o un biodigestor en la Unidad.
- Incorporación al Programa de los residuos de manejo especial que no estuvieron incluidos en las dos primeras etapas, como los de talleres, laboratorios, áreas de fotocopiado y talleres de mantenimiento.
- Acopio, recolección y almacenamiento de los residuos peligrosos generados en laboratorios y talleres para su tratamiento ulterior por empresas especializadas.

En esta última etapa, el tratamiento de residuos orgánicos y de los residuos de poda es uno de los pendientes del programa de Separación, debido a que los últimos representan aproximadamente el 22.22% del total de residuos generados en la unidad. Para alcanzar este pendiente se requiere el

diseño, equipamiento y puesta en marcha de la planta de composta de la unidad [4,5]. El presente trabajo corresponde a una práctica para alumnos de la carrera de ingeniería ambiental, la cual es parte del proceso de enseñanza para el aprovechamiento de residuos orgánicos.

### 3. DESCRIPCIÓN

La asignatura “Taller de Residuos Sólidos Urbanos y Suelos” se imparte a alumnos de la carrera de Ingeniería Ambiental en los últimos trimestres, el taller cuenta por lo regular con una matriculación de 20 alumnos, los cuales se organizan en cuatro equipos. Uno de los puntos medulares es el manejo de residuos, el cual se aborda con una práctica sobre el proceso de composteo, el cual se realiza con los residuos de poda generados en la unidad. La práctica se desarrolla de acuerdo a los siguientes pasos:

Se construye una pila de  $4\text{m}^3$  con una relación variable, la cual depende en gran medida del tipo de residuo de jardinería que se tenga y de la estación del año en que se realice. Los resultados que se presentarán corresponde al trimestre 14-I (enero-abril, 2014), en donde el proceso se llevó a cabo con la siguiente relación (en volumen) 3:1:1 (pasto verde, hojarasca y trozos de ramas).

Posteriormente la pila de  $4\text{m}^3$  se dividió en cuatro, cada equipo manejó  $1\text{m}^3$  con un tratamiento diferente (Figura 1). El objetivo de los diferentes tratamientos, es que los alumnos comparen la fase termofílica lograda en cada uno de ellos y la calidad obtenida en términos de N, K y P.

- Composta testigo
- Composta con inóculo: adición de 5 kg de composta madura
- Composta con sustrato de fácil degradación: 3kg de azúcar comercial disueltos en 20 l de agua potable
- Composta con inóculo y sustrato de fácil degradación

Las pilas se taparon con hule negro para conservar la humedad y la temperatura. Los volteos se realizaron manualmente (bielidos de cinco puntas), diariamente durante la etapa termofílica  $>40^\circ\text{C}$ , posteriormente se realizaron dos veces a la semana.

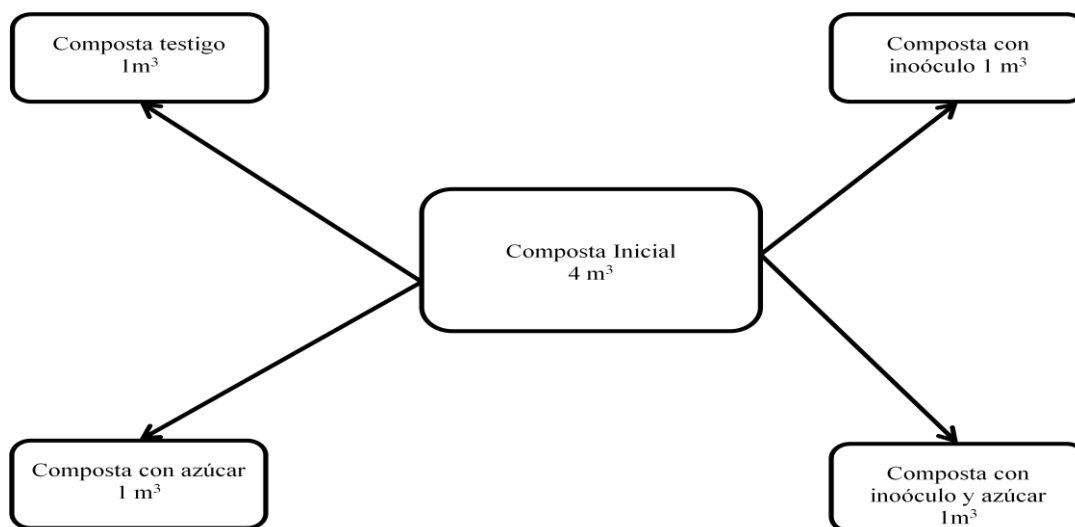
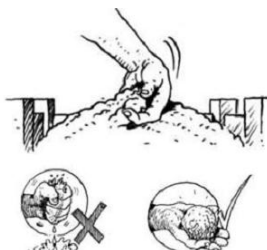


Figura 1. Metodología general de la experimentación

Los alumnos monitorearon las condiciones de temperatura con un medidor de vástago de 45 cm (TFA 19.2008) con una precisión de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  y el contenido de humedad mediante una prueba con la mano (Figura 2). La cual consiste en colocar en la mano un puñado del material que se encuentra hacia el centro de la pila y apretar. La humedad es adecuada si es posible formar una pelota del material sin que éste gotee, y que tenga la textura de una esponja húmeda [6].



**Figura 2.** Prueba con la mano para determinar humedad [5]

Posteriormente a los 65 días, se evaluó el pH, nitrógeno, fósforo y potasio mediante un análisis cualitativo, utilizando un kit de pruebas para agricultura HANNA CHECKER<sup>®</sup> (Figura 3). La muestra de composta, se diluye en agua, reacciona con el reactivo químico que se suministra en el kit. El resultado es una solución coloreada que se compara con la tabla que se facilita al efecto para determinar la concentración del elemento analizado [7].

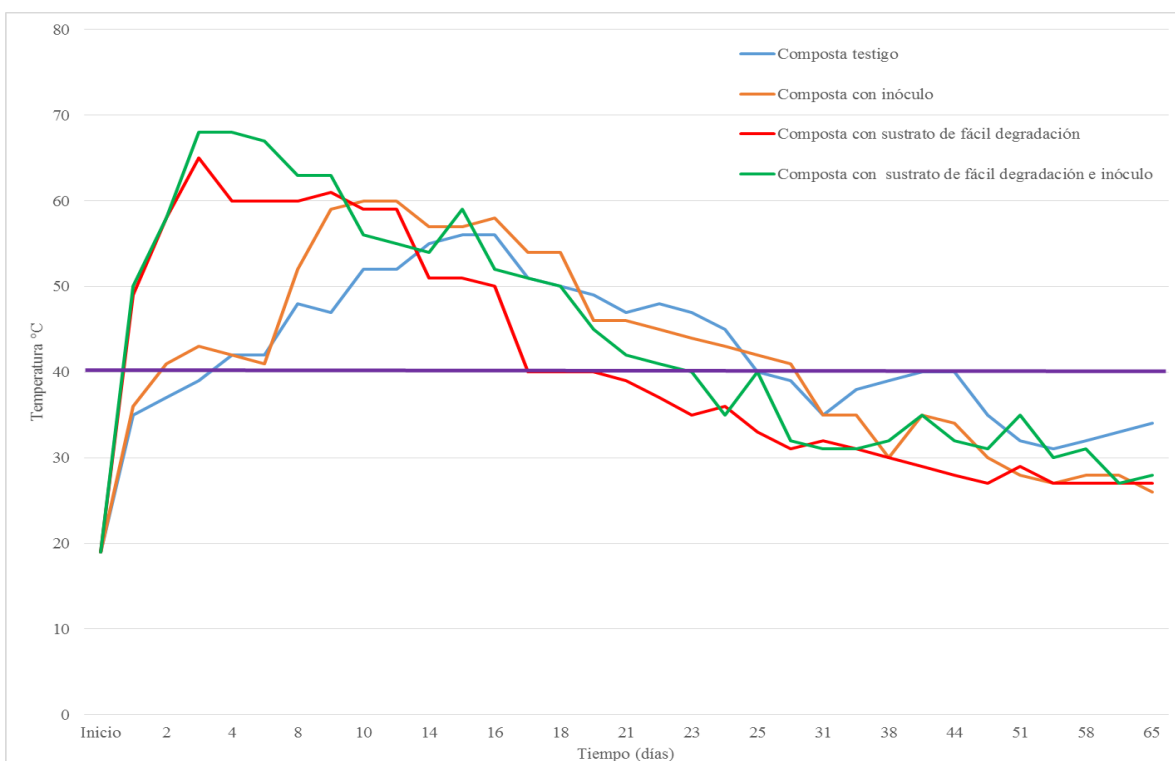


**Figura 3.** Determinación de nitrógeno mediante kit HANNA CHECKER<sup>®</sup>

Los resultados obtenidos fueron graficados en Excel (Microsoft Office Professional Plus 2013).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4, se observa el comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo, las compostas que se les agregó azúcar presentaron una fase termofílica al siguiente día de iniciada la experimentación, mientras que la composta con inóculo a los dos días y la composta testigo al tercero. Además se observa que las mayores temperaturas ( $>65^{\circ}\text{C}$ ) se alcanzaron en ambos tratamientos a los cuales se les agregó azúcar.



**Figura 4.** Comportamiento de la temperatura con respecto a los días

En la Tabla 1, se muestran los parámetros obtenidos para los cuatro procesos, en cuanto a fósforo, potasio y pH los valores fueron similares en todos los casos, sin embargo aquellos procesos a los que se les agregó azúcar presentaron las fases termofílicas más elevadas, sin embargo tuvieron menor cantidad de nitrógeno que la composta testigo y con inóculo. Los valores sugieren que debido a las altas temperaturas el nitrógeno se volatilizó en forma de amonio.

**Tabla 1.** Parámetros de los diferentes tratamientos de composta

Parámetro	Composta testigo	Composta con inóculo	Composta con estimulación	Composta con inóculo y estimulación
Nitrógeno	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Fósforo	Medio	Medio	Medio	Medio
Potasio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
pH	8	8	8	8

La experimentación se desarrolló durante 65 días, período en el cual no se logró terminar con el proceso (debido a que en la UAM se manejan trimestres-90 días), sin embargo al final del trimestre se juntaron los cuatro tratamientos y se continuó con el composteo (aproximadamente 2 meses más). Al final se obtuvo aproximadamente 1 m<sup>3</sup> de composta, la cual posteriormente fue utilizada en las áreas verdes de la unidad (Figura 5).



**Figura 5.** Composta terminada

## 5. CONCLUSIONES

Los residuos de jardinería son susceptibles de ser composteados y pueden producir un abono orgánico, el cual puede ser utilizado en las áreas verdes de la UAM-A. El composteo es un proceso fácil que puede ser adoptado como practica en las universidades para enseñar el tratamiento de residuos orgánicos.

Involucrar a los jardineros en el proceso del tratamiento de residuos de jardinería, podría mejorar las áreas verdes de la universidad engrandeciendo la estética que caracteriza a la unidad.

## AGRADECIMIENTOS

A los entusiastas alumnos del “Taller de Residuos Sólidos Urbanos y Suelos” trimestre 14-I, por su colaboración en el presente estudio.

Al personal de “Separación” Ing. Roberto Vázquez Solís, C. Leopoldo y C. Javier por todo el apoyo brindado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UAM-A, Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. (2015). Fecha de consulta: jueves 30 de abril del 2015. [http://www.azc.uam.mx/informacion\\_general/campus.php](http://www.azc.uam.mx/informacion_general/campus.php)
- [2] UAM-A, Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. (2015). Fecha de consulta: jueves 30 de abril del 2015. [http://cbi.azc.uam.mx/work/models/CBI/Documentos/Docencia/Avisos/Documentos/Anexo\\_Ing\\_Ambiental.pdf](http://cbi.azc.uam.mx/work/models/CBI/Documentos/Docencia/Avisos/Documentos/Anexo_Ing_Ambiental.pdf)
- [3] Espinosa-Valdemar R. M., Turpin-Marion S., Vázquez-Solís R. C., Vázquez-Morillas A., Cisneros-Ramos A., de la L. De la Torre-Vega A., García-García, B. A. (2013). La gestión ambiental en una institución de educación superior asociada a las prácticas de separación y recuperación de residuos. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29(3):49-57.
- [4] Espinosa-Valdemar R.M., Turpin-Marion S. y de la Torre-Vega A. (2004). Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la UAM-Azcapotzalco: Diseño y Puesta en Marcha de la Primera Etapa. Memorias. XIV Congreso Nacional de la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Mazatlán, Sin., México. 12 - 14 de mayo de 2004. CD-ROM.
- [5] UAM-A, Universidad Autónoma Metropolitana. Azcapotzalco. (2009). Plan Institucional hacia la Sustentabilidad Unidad Azcapotzalco 2009 – 2014. Universidad Autónoma Metropolitana

- Unidad Azcapotzalco. Informe. México, D.F. pp. 12. Disponible en:  
[http://www.azc.uam.mx/sustentabilidad/files/PIHASU\\_UAM\\_Azc.pdf](http://www.azc.uam.mx/sustentabilidad/files/PIHASU_UAM_Azc.pdf).
- [6] Rodríguez-Salinas M.A. y Córdova-Vázquez A. Manual de compostaje municipal Tratamiento de residuos sólidos urbanos. (2006). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. México. pp. 34.
- [7] HANNA<sup>®</sup> instruments. (2012). Fecha de consulta: miércoles 29 de abril del 2015. [http://www.hannainst.com.mx/productos-por-industria/agricultura/item/test-kit-para-agricultura?category\\_id=48](http://www.hannainst.com.mx/productos-por-industria/agricultura/item/test-kit-para-agricultura?category_id=48)

## Propuesta de manejo de residuos eléctricos y electrónicos en la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Ingeniería, UNAM

<sup>1</sup>Constantino, Gutiérrez Palacios

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM, Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria; Coyoacán, C.P. 04470, México, D.F. Tel. 56223002, e-mail [gupc@unam.mx](mailto:gupc@unam.mx)

### RESUMEN

En la Facultad de Ingeniería y en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México anualmente se dan de baja una gran cantidad de aparatos y equipos que se utilizan en las actividades académicas y de investigación, además de los que se utilizan en la administración. Éstos dan origen a residuos denominados eléctricos y electrónicos, que se envían al almacenamiento general de la universidad permaneciendo resguardados pero sin tener un aprovechamiento. En este trabajo se presentan las bases para un Plan de manejo de residuos eléctricos y electrónicos que ayuden a evitar desperdicios y disminuir la contaminación al ambiente en el Instituto de Ingeniería y la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

**Palabras Clave:** *reúso, reciclaje, RAEE, Plan de Manejo*



## 1. INTRODUCCIÓN

En el Instituto de Ingeniería, (II), y en la Facultad de Ingeniería, (FI), de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, se dan de baja anualmente un promedio de 470 equipos eléctricos y electrónicos que quedan como residuos. Algunos de ellos son: radios de intercomunicación, televisores, videocámaras, equipos para videoconferencias, equipos de sonido, equipos eléctricos y electrónicos utilizados en laboratorios, auditorios y salas de juntas: equipos diversos de laboratorio, copiadoras, máquinas de escribir, calculadoras de mesa y de bolsillo, teléfonos, teléfonos celulares, contestadores automáticos, equipo de audio, módems, discos duros, fuentes de poder y reguladores, scanner, tarjetas electrónicas, cargadores, estéreos, faxes, grabadoras, ratones y teclados. Actualmente estos residuos se envían al almacén general de la universidad, reduciendo la posibilidad de aprovecharlos mediante el reúso y el reciclaje como se promueve en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Estos residuos se encuentran en el listado de los que están sujetos a Plan de Manejo que se presenta en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.

## 2. ANTECEDENTES

El Instituto de Ingeniería y la Facultad de Ingeniería para desarrollar las actividades de investigación y enseñanza que tienen encomendadas, cuentan con un gran número de personal académico y administrativo. El Instituto de Ingeniería, cuenta aproximadamente con: 200 académicos, 140 personal administrativo de base; 180 contratos por honorarios y 600 becarios. La Facultad de Ingeniería, cuenta con 2,207 académicos. Asimismo su labor es apoyada por los distintos departamentos administrativos. Todos ellos utilizan en su trabajo diario: equipos de cómputo; impresoras; multifuncionales y equipos para la investigación; se estima que en conjunto suman 9,422 equipos. Al término de su vida útil o debido a su obsolescencia, parte de ellos se convierten en residuos, que son enviados al almacén de cada dependencia para posteriormente ser enviados al almacén general de la UNAM, como ocurre con todas las dependencias de esta Universidad. Se estima que cada año se dan de baja alrededor de 470 equipos (5%) en ambas instituciones; aunado a lo anterior también se generan otros residuos como: radios de intercomunicación, televisores, videocámaras, equipos para videoconferencias, equipos de sonido, equipos diversos de laboratorio, copiadoras, máquinas de escribir, calculadoras, teléfonos fijos, teléfonos celulares, contestadores automáticos, equipo de audio, módems, routers, discos duros, fuentes de poder y reguladores, scanner, tarjetas electrónicas, cables, cargadores, estéreos, faxes, grabadoras, ratones y teclados, dispositivos de alumbrado como: luminarias para lámparas fluorescentes, lámparas fluorescentes compactas y rectas, lámparas de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LA IES

Los residuos eléctricos y electrónicos, RAEE, que se generan en las dependencias en estudio no son manejados correctamente. Enseguida se presentan las limitaciones y procedimientos erróneos en su manejo:

**Generación.** No se cuenta con cifras reales y específicas de los tipos de aparatos que terminan como RAEE, a pesar de que se tienen bitácoras de los equipos que se dan de baja. Sólo se lleva el control de los equipos que se dan de baja que están inventariados; los demás se dan de baja sin ningún registro. No se clasifican por tipo de residuo, se mezclan cuando se dan de baja.

**Almacenamiento.** No hay sitios suficientes para tener un centro de acopio que cuente con las condiciones de espacio y ventilación suficiente para evitar accidentes, por lo que se tienen que estar

enviando los RAEE fuera de sus instalaciones sin ser revisados para ver si son de utilidad algunas de sus partes antes de darlos de baja; esto genera un escaso aprovechamiento de los equipos o piezas que pudieran ser reutilizadas tal como se puede ver en la Figura 1



**Figura 1** Aparatos eléctricos y electrónicos almacenados

No se tienen sitios ni contenedores con el diseño y volumen suficiente para su correcto almacenamiento. Los residuos se almacenan mezclados lo que reduce la posibilidad de aprovechamiento. No se almacenan por tipo de residuo, lo que dificulta y se requiere un mayor costo para su manejo.

**Recolección.** No se recolectan los residuos separadamente por tipo de aparato y se dificulta su manejo y la posibilidad de aprovechamiento

**Aprovechamiento.** El aprovechamiento es limitado y se reduce a algunos equipos como el reúso de computadoras. Tanto en el Instituto de Ingeniería como en la Facultad de Ingeniería no se cuenta con un Plan de Manejo de RAEE y no hay espacios suficientes para tener un centro de acopio correctamente diseñado, por lo que se tienen que estar enviando fuera de sus instalaciones sin ser revisados para ver si son de utilidad algunas de sus partes antes de darlos de baja; esto genera un escaso aprovechamiento de los equipos o piezas que pudieran ser reutilizadas.

### 3.1 Objetivo

Establecer las bases de un Plan de Manejo de RAEE, basado en la normatividad nacional, considerando el impacto ambiental, alternativas de manejo y desarrollando acciones conjuntas entre el Instituto de Ingeniería y Facultad de Ingeniería de la UNAM, atendiendo en una primera etapa el campus de Ciudad Universitaria.

### 3.2. Metodología

La metodología propuesta se desarrollará en 3 actividades: a) estudio de gabinete; b) diagnóstico de la situación actual y c) plan de manejo. En cada una de las actividades que se describen a continuación se tiene considerada la participación del personal académico y administrativo, alumnos tesis y de servicio social tanto del II como de la FI.

#### Estudio de gabinete

- Se llevará a cabo una investigación bibliográfica incluyendo el estado del arte de la gestión de los RAEE en los ámbitos internacional y nacional incluyendo de manera particular la normatividad en la UNAM. Se Identificarán los equipos electrónicos que son inventariados por la UNAM, los cuáles formarán el universo de trabajo de este estudio. Se revisará y registrará para cada aparato electrónico, el tiempo de uso y el tiempo que llevan almacenados temporalmente

#### Estudio de diagnóstico de los RAEE

- Se recabará información de los dispositivos eléctricos y electrónicos en desuso que se encuentran almacenados temporalmente en los últimos 10 años, en espera de ser dados de baja y enviados al almacén general de la UNAM, donde se clasificarán por uso, tipo y procedencia. Se determinará para cada dispositivo su composición desarmando y desensamblando una muestra representativa de cada uno de los tipos de equipos del universo de trabajo, con el fin de determinar los materiales susceptibles de ser reciclados. Se estructurará un sistema de información para componentes de equipo de cómputo que pudieran servir como refacciones o para el escalamiento de otro equipo de cómputo perteneciente a la misma área o alguna diferente.
- Se realizará una base de datos con la información obtenida en el estudio de diagnóstico y podrá ser utilizada por todos aquellos administradores del área de cómputo para la sub área de soporte técnico, en la cual se busca tener los equipos en una disponibilidad del 100%, y que por diferentes causas se necesita remplazar alguna pieza o componente o parte del equipo y así cubrir parte de las necesidades por parte de ambas dependencias.
- Se propondrán medidas y acciones que cumplan con los procedimientos establecidos en la UNAM y en la legislación correspondiente en la materia para los residuos peligrosos contenidos en los aparatos eléctricos y electrónicos, colaborando en la reducción del impacto ambiental. Se analizará la factibilidad de reutilización y reciclado de los RAEE incluyendo sus componentes.

#### Elaboración del Plan de Manejo

Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, “Que 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 a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo” se elaborará el Plan de Manejo (PM) de los RAEE generados por el II y la FI. Los puntos principales que contendrá el Plan de Manejo son los siguientes:

- Información general de los generadores. Cantidad y clasificación de los RAEE.
- Manejo actual de los residuos. Problemática técnica y ambiental, asociada al manejo actual del residuo. Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras

actividades productivas.

- Actividades tendientes a la reducción y minimización de residuos.
- Formas de manejo integral propuestas para los RAEE; almacenamiento diferenciado; tratamiento previo; recolección y transporte interno en la UNAM.
- Metas de cobertura del plan, de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del Plan de Manejo.
- Análisis de posibles procesos de tratamiento y disposición de los RAEE.
- Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan, así como los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.
- Elaboración de una guía de concientización y capacitación a los responsables del manejo tanto usuarios como coordinadores de las áreas de cómputo.
- Difusión de los resultados: elaboración del material didáctico y la impartición de un curso al personal de ambas instituciones y público en general respecto al manejo adecuado de los RAEE impartido inicialmente por los participantes en este estudio y posteriormente se propondrá la futura participación de especialistas en el tema. Los resultados de esta investigación también serán presentados por los participantes de la FI y el II, incluyendo a los alumnos titulados a través de las tesis que elaborarán en el presente estudio, en seminarios escolares y profesionales, foros, congresos y eventos públicos que sean autorizados por las autoridades universitarias.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El plan de manejo de los RAEE representa tanto una obligación como una oportunidad de aprovechamiento no solo para el Instituto de Ingeniería y la Facultad de Ingeniería sino para todas las dependencias de la UNAM. Los resultados de esta investigación permitirán tener una idea clara de lo que se puede aprovechar y cumplir con las obligaciones que marca la ley antes de que sean demandadas. Con los resultados que se obtengan se podrá identificar si el II y la FI son grandes o pequeños generadores y las obligaciones que se tienen según la normatividad mexicana. También se podrá diseñar un centro de acopio equipado para el manejo adecuado del RAEE. Por primera vez se creará un sistema de información donde todos los administradores de cómputo podrán estar informados sobre un “stock” de refacciones que han salido, ya sea de la misma dependencia o de otra área de la misma Facultad de Ingeniería o Instituto de Ingeniería. A través de una interfaz web, y con un usuario y password, se podrá tener acceso a una base de datos, donde por medio de diversos catálogos se puede elegir algún componente que le sea de utilidad, con el fin de poder darle más tiempo de vida a otro dispositivo, esto ayudará a reducir costos por la compra de refacciones de material en cómputo, esto es, si se tuviera el caso de una computadora con un tiempo de vida relativamente corto, y llegara a fallar en su disco duro, este podría ser remplazado por otro disco perteneciente a otro equipo que por diferentes motivos fue enviado al almacén de bajas en buenas condiciones. En lugar de desechar dos equipos, simplemente se ahorra dinero en la compra de nuevos componentes y se genera una nueva oportunidad de tener funcionando eficientemente el equipo de cómputo. El tiempo de vida, antes de considerarse obsoleto a causa de su tecnología, de cada uno de los componentes y de su conjunto es de 3 a 5 años, sin embargo, no todos los componentes dejan de tener una vida útil, lo que da la posibilidad de intercambiar piezas. Se obtendrá: un diagnóstico del manejo actual de los RAEE en el II y la FI; un PM que incluya los métodos para el manejo adecuado de los RAEE y que establezca alternativas de disposición final

adecuadas de los equipos, tomando en cuenta aspectos económicos y ambientales; una base de datos de los RAEE que incluya la descripción de las piezas que puedan ser de utilidad para equipos que están en uso; un informe final, el cual será entregado en su versión electrónica.

**En educación.** Por lo menos seis alumnos obtendrán su grado académico en esta línea de investigación, capacitándose en el tema; una guía de concientización sobre el manejo adecuado de los RAEE que incluya procedimientos para la separación en el origen, recolección, acopio, reúso, reciclado, valorización de los equipos de cómputo y disposición final; el personal participante y los alumnos difundirán dentro de la comunidad universitaria y externamente sus resultados de investigación en clases, foros, congresos y exposiciones nacionales e internacionales.

**Divulgación científica.** Se elaborarán dos artículos técnicos de divulgación y dos en revistas indizadas. También se presentarán los resultados en un congreso internacional y se verá la posibilidad de conseguir el financiamiento para otros congresos u otras actividades. Se dará impulso a la participación directa de los estudiantes en estas actividades.

## 5. CONCLUSIONES

En la Universidad Nacional Autónoma de México el manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en cada dependencia, escuelas, centros y facultades, que se generan se limita a acopiarlos y almacenarlos mezclados en sitios no diseñados adecuadamente para almacenarlos seleccionados por tipo y características. Todos estos residuos se envían a un almacén general.

Este proyecto es el primero que se realizará en la UNAM basado en la normatividad nacional, cuyo objetivo es reducir los impactos ambientales negativos y será el modelo a seguir para que otras escuelas, institutos, centros y facultades realicen su Programa de Manejo interno y posteriormente hacer un programa general para toda la universidad.

Los resultados de esta investigación permitirán tener una idea clara de lo que se puede aprovechar y cumplir con las obligaciones que marca la ley antes de que sean demandadas. Por primera vez se creará un sistema de información dónde todos los administradores de cómputo podrán estar informados sobre un “stock” de refacciones que han salido, ya sea de la misma dependencia o de otra área de la misma Facultad de Ingeniería o Instituto de Ingeniería. A través de una interfaz web, y con un usuario y password, se podrá tener acceso a una base de datos, donde por medio de diversos catálogos se puede elegir algún componente que le sea de utilidad, con el fin de poder darle más tiempo de vida a otro dispositivo, esto ayudará a reducir costos por la compra de refacciones de material en cómputo, esto es, si se tuviera el caso de una computadora con un tiempo de vida relativamente corto, y llegara a fallar en su disco duro, éste podría ser remplazado por otro disco perteneciente a otro equipo que por diferentes motivos fue enviado al almacén de bajas en buenas condiciones. En lugar de desechar dos equipos, simplemente se ahorra dinero en la compra de nuevos componentes y se genera una nueva oportunidad de tener funcionando eficientemente el equipo de cómputo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cruz S., Ojeda S., Olvera G., Rodríguez J. (2010), Prácticas de Consumo, Manejo y Disposición Final de Aparatos Domésticos Eléctrico-Electrónicos, 3er Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos, Distrito Federal, México, 9-11 Junio 2010, pp. 2-4. Domínguez E., Sauri M., Cabañas D. (2009), Diagnóstico Preliminar Sobre los Residuos Eléctricos y Electrónicos en Progreso Yucatán México, III congreso Interamericano de Residuos Sólidos AIDIS, Yucatán, México, 6-8 Mayo 2009, pp.3-11.

- [2] Deubzer, O. (2011). E-waste Management in Germany. United Nations University. Institute for Sustainability and Peace.
- [3] Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/l21210\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/l21210_es.htm). (fecha de consulta 10/05/2013).
- [4] Frazzoli, C., Ebere, O., Dragone, R. y Mantovani, A. (2010). Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries scenarios. *Environmental Impact Assessment Review*. 30; 388–399.
- [5] Gramatyka, P., Nowosielski, R., Sakiewicz, P. (2007). Recycling of waste electrical and electronic equipment. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 20. 535–538.
- [6] Instituto Nacional de Ecología (INE). (2009). Diagnóstico regional de residuos electrónicos en dos ciudades de la frontera norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.
- [7] Instituto Nacional de Ecología (INE). (2010). Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México.
- [8] Maldonado D. (2010), Residuos de Aparatos Eléctrico Electrónicos; Análisis de Impacto Ambiental y Alternativas de Manejo. Caso estudio: Ciudad Universitaria UNAM, Tesis: M en I, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México, pp. 6-40.
- [9] Puckett, J. y Smith, T. (2002). Exporting harm: the high-tech trashing of Asia. The Basel Action Network. Seattle Silicon Valley Toxics Coalition.
- [10] REMSA (2010), Residuos Electrónicos, Distrito Federal, México, p.p. 2-10. Román G. (2007), Diagnóstico Sobre La Generación de Basura Electrónica en México, Distrito Federal, México, pp. 12-19 y 41-44.
- [11] Steubing B. (2007), Resumen Ejecutivo, Generación de Residuos Electrónicos en Chile, Análisis de la Situación Actual y Estimación Presente y Futura de los Volúmenes de Residuos de Computadoras, Utilizando el Modelo de Análisis de Flujo de Materiales, Tesis: M en I, EMPA/S
- [12] Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Böni, H. (2005). Global perspectives on E-waste. *Environmental Impact Assessment Review*. 25. 436–458

## Manejo de residuos de lámparas fluorescentes en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Marianna Mancebo del Castillo Reyes, Alethia Vázquez Morillas<sup>1</sup>, Maribel Velasco Pérez, Rosa María Espinosa Valdemar

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, CP 02200, Del. Azcapotzalco, México D. F. <sup>1</sup>Tel 5318-9057, <sup>1</sup>email: alethia@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

La Universidad Autónoma Metropolitana en su afán de procurar el cuidado del ambiente y promover el aprovechamiento responsable de los recursos naturales se ha sumado al programa de sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes. Sin embargo, el manejo de los residuos de las lámparas no se ha adecuado con la misma rapidez que la sustitución. En la universidad se generan residuos de  $3538 \pm 75$  lámparas fluorescentes al año. Algunas de éstas se rompen en algún punto entre su generación y almacenamiento en el Centro de acopio de residuos. Cuando esto sucede, el personal no utiliza un procedimiento adecuado ni equipo de protección personal necesario. La tecnología para tratar este residuo en la fuente de generación es extranjera y costosa. Por lo que a corto plazo se recomienda que la universidad contrate un servicio de recolección, tratamiento y disposición final proporcionado por alguna de las empresas autorizadas por la SEMARNAT. A largo plazo la universidad podría desarrollar y construir una máquina que permita la separación de los componentes de las lámparas ahorradoras.

**Palabras clave:** *lámparas ahorradoras, residuos peligrosos, vapor de mercurio.*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) inició operaciones el 11 de noviembre de 1974 [1]. Está ubicada en el Norte de la Ciudad de México. Cuenta con programas de licenciatura y posgrado en las áreas de ciencias básicas e ingenierías; ciencias sociales y humanidades; y ciencias y artes para el diseño. Tiene una superficie de 200,000 m<sup>2</sup> – de los cuales 72,345.61 m<sup>2</sup> son áreas verdes – 26 edificios con 210 salones y 139 laboratorios o talleres [1]. En el 2012 había 14,720 alumnos inscritos a nivel licenciatura, 211 alumnos de nuevo ingreso al posgrado y 1,039 académicos en contratación indeterminada [2,3].

## 2. ANTECEDENTES

Las Políticas operativas de docencia establecen el compromiso de la UAM-A de procurar el cuidado del ambiente y de promover en los alumnos hábitos y actitudes para el aprovechamiento responsable de los recursos naturales [4]. En Octubre de 2003 la UAM-A inició su programa de manejo integral de residuos sólidos, “Separación por un mejor UAMbiente” [5].

La Norma oficial mexicana NOM-028-ENER-2010 estableció el retiro gradual de las lámparas incandescentes; en Diciembre de 2011 saldrían del mercado las de 100 W, en Diciembre de 2012 las de 75 W; y en Diciembre de 2013 las de 60 W y 40 W [6]. En el 2013 esta norma se modificó y las lámparas de 60 W y 40 W dejaron de comercializarse en Diciembre de 2014 [7].

La UAM-A se ha sumado a los esfuerzos gubernamentales para lograr la sustitución de las lámparas incandescentes por las fluorescentes, conocidas como ahorradoras. Sin embargo, el programa para el manejo de los residuos de estas lámparas no se ha implementado a la misma velocidad que el de sustitución. Los residuos de éstas son clasificados como peligrosos, debido al mercurio que contienen [8].

## 3. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LA IES

El objetivo de este trabajo fue formular una propuesta para el manejo de los residuos de lámparas fluorescentes en la UAM-A. Con éste fin se realizó un diagnóstico de la generación de sus residuos; se identificó el manejo de las lámparas fluorescentes en la UAM-A, desde su instalación hasta que salen de la universidad como residuos; y se evaluaron alternativas para el manejo adecuado de sus residuos.

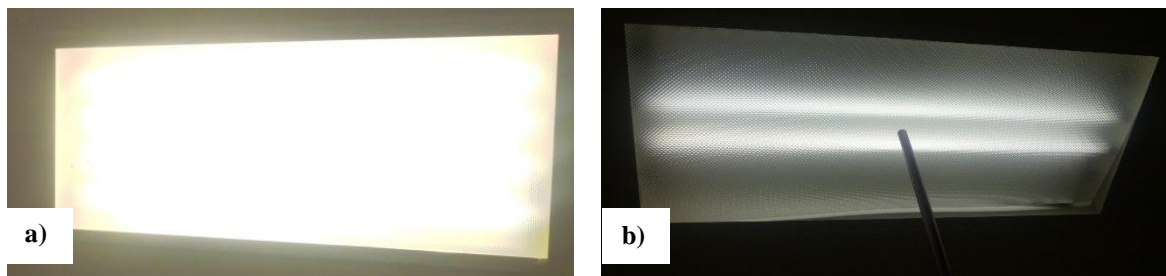
### a) Generación de residuos de lámparas fluorescentes

El estudio de generación de estos residuos se realizó durante el trimestre de primavera 2014, del 4 de Mayo al 17 de Julio de 2014. Los residuos se cuantificaron mediante los registros de lámparas fluorescentes generados por la Sección de conservación y mantenimiento. Además se realizó un conteo de lámparas en tres edificios que prestan diferentes servicios a la comunidad universitaria (ver Figura 1). Se seleccionaron dos edificios con salones (E y F) y un edificio con laboratorios y cubículos para profesores (G). También, se incluyó en el análisis de resultados el conteo previo de lámparas de un edificio que alberga las oficinas de servicios administrativos de la universidad, éste fue realizado por la Oficina de Gestión ambiental y protección civil.



**Figura 1.** Mapa de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco con la ubicación de los edificios seleccionados para el estudio de generación de residuos de lámparas ( ..... )

Para el conteo de lámparas, en cada salón, oficina o cubículo se revisaron todas las luminarias. Este procedimiento se realizó encendiendo la iluminación y empujando el difusor de las luminarias hasta que estuviera en contacto con las lámparas (ver Figura 2).



**Figura 2.** Procedimiento para el conteo de lámparas en cada luminaria, a) encender la iluminación y b) empujar la pantalla de las luminarias hasta que hiciera contacto con las lámparas

Finalmente, se analizaron los registros de compras e instalación anual de lámparas. Esta información la proporcionó el Jefe de la Sección de conservación y mantenimiento.

#### a) Manejo de las lámparas fluorescentes en la UAM-A

Las etapas en el manejo de las lámparas y el personal que participa en éstas se identificaron mediante entrevistas con el encargado operativo del Centro de acopio de residuos y los Jefes de las secciones de intendencia y de mantenimiento. Se acompañó al personal que participa en el manejo de las lámparas y sus residuos para documentar los procedimientos realizados.

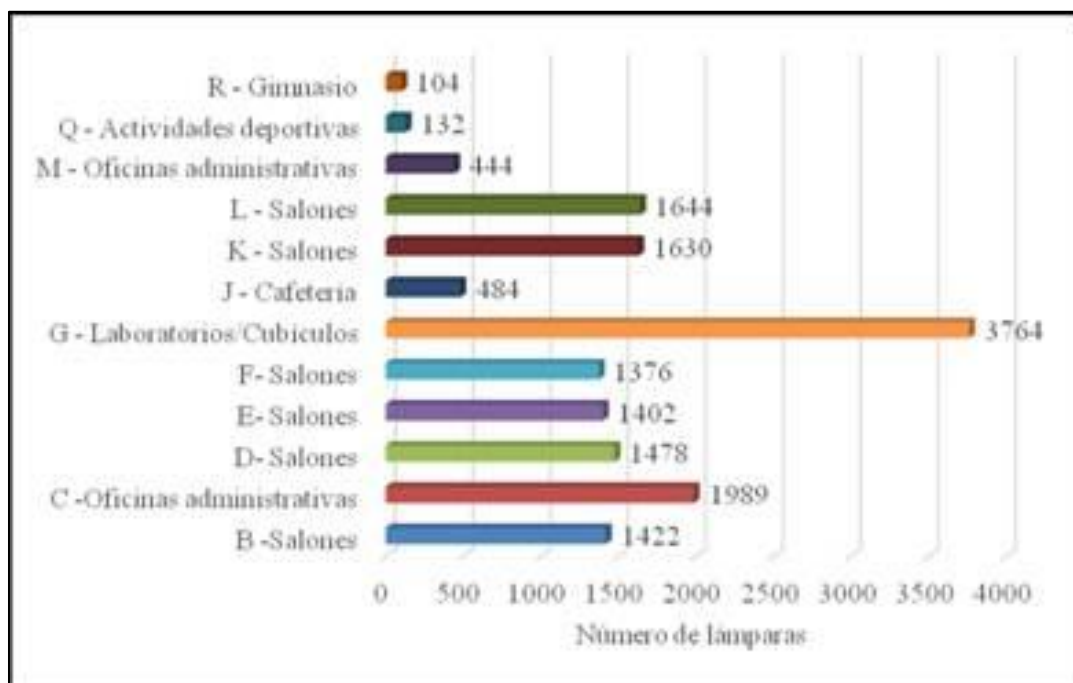
## b) Alternativas para el manejo de residuos de lámparas en la UAM-A

En el mercado mexicano existen las siguientes alternativas para el manejo de residuos de lámparas: adquirir una máquina para la trituración de lámparas; diseñar y construir una máquina trituradora; y contratación de una empresa para el servicio de trituración de lámparas y disposición adecuada de los residuos. Se investigó cada una de estas alternativas y se propuso la más adecuada para la universidad. Los criterios de selección tomaron en cuenta los riesgos a la salud para las personas encargadas del manejo de estos residuos, las emisiones de contaminantes al ambiente y el costo de implementación.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) Generación de residuos de lámparas

La Figura 3 presenta el número de lámparas fluorescentes registradas en el inventario de la Sección de Conservación y Mantenimiento, el dato para el edificio C se obtuvo de la Oficina de Gestión ambiental y protección civil. En este inventario solamente están incluidos 11 de los 26 edificios de la Universidad. El número de lámparas por edificio depende de las necesidades lumínicas de cada espacio, el tamaño del edificio y el uso principal de cada edificio.



**Figura 3.** Registro de lámparas fluorescentes instaladas en 11 de los 26 edificios de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (Fuente: Sección de conservación y mantenimiento y Oficina de gestión ambiental y protección civil)

El número de lámparas del conteo realizado en los edificios E, F y G se muestra en la Tabla 1. En todos los casos, el número de lámparas es mayor que el registrado por la sección de conservación y mantenimiento (Figura 3).

**Tabla 1.** Número de lámparas instaladas por Edificio

Edificio	Tipo de edificio	Número de lámparas
E	Salones	1640
F	Salones	1574
G	Laboratorios y cubículos de profesores	3902

La Tabla 2 presenta el tipo y número de lámparas adquiridas e instaladas del 01 de enero de 2012 al 04 de junio de 2014 de acuerdo a los registros de la Sección de conservación y mantenimiento. Esta tabla muestra que hay concordancia entre el número de lámparas que se adquieren y las que se instalan. También, la generación de residuos de lámparas está ligada a la instalación de éstas, pues la instalación casi siempre implica un cambio de lámpara. Considerando únicamente las lámparas fluorescentes instaladas en 2012 y 2013 se estima que en la universidad se genera un promedio de  $3538 \pm 75$  lámparas por año.

**Tabla 2.** Lámparas adquiridas e instaladas por año en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (Fuente: Sección de conservación y mantenimiento)

Tipo de lámpara	Número de lámparas adquiridas			Número de lámparas instaladas		
	2012	2013	2014*	2012	2013	2014*
Fluorescente lineal (32 W)	2900	3000	1800	2873	2709	1810
Fluorescente curvalum (32 W)	380	700	300	631	582	241
Fluorescente lineal (59 W)	56	90	100	108	172	39
Aditivos metálicos (175 W)	115	225	0	147	69	72
Aditivos metálicos (250 W)	12	10	0	13	2	0
Aditivos metálicos (400 W)	0	0	0	0	1	0

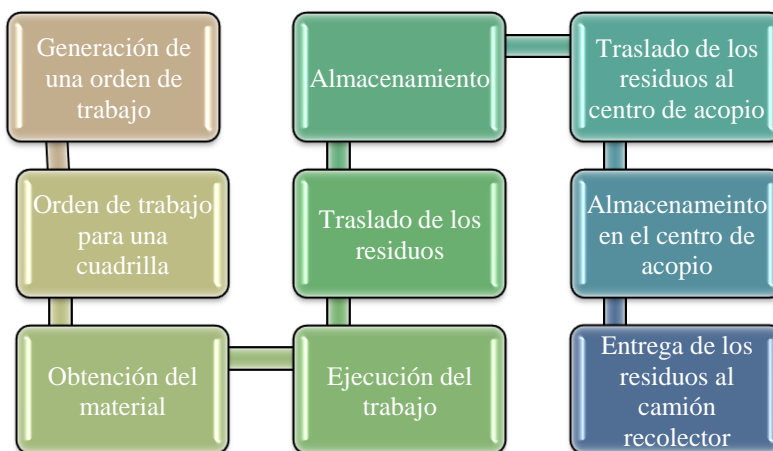
\*Incluye datos hasta el 04/06/2014

#### b) Manejo de las lámparas en la UAM-A

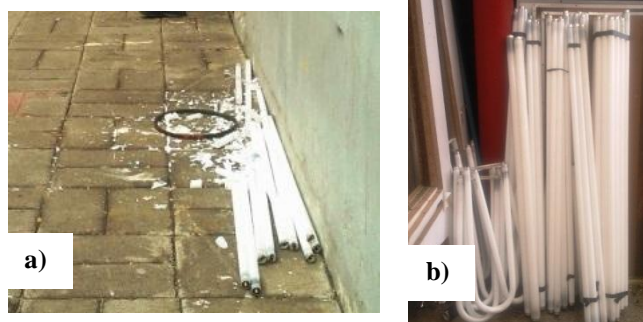
Las etapas del manejo de las lámparas fluorescentes y sus residuos, de acuerdo con el personal de la universidad, se muestran en la Figura 4. Los residuos generados incluyen lámparas y balastras. Las lámparas fluorescentes lineales desinstaladas se agrupan atándolas con cinta de aislar. Esto sirve para prevenir su ruptura y facilitar su transportación. Estos residuos son transportados del lugar de generación a la Sección de mantenimiento por la misma cuadrilla de personal que ejecuta la orden. Los residuos de lámparas fluorescentes son almacenados temporalmente a la intemperie en un área de tránsito peatonal, por lo que es común que las lámparas se rompan (ver figura 5a).

Los residuos se transportan diariamente del almacenamiento temporal en la Sección de mantenimiento al Centro de acopio por un intendente, que puede transportar hasta 85 kg de lámparas. En caso de ruptura de lámparas durante el transporte el intendente utiliza sus manos o una escoba para recoger los residuos. El intendente usa guantes de látex y ropa de algodón como únicas medidas de protección.

En el centro de acopio los residuos de lámparas son almacenados en un espacio destinado, pero no adecuado, para esto (ver figura 5b). El camión de recolección de residuos sólidos urbanos de la Delegación se lleva estos residuos cuando lo considera pertinente. Sin embargo, al ser residuos peligrosos las lámparas fluorescentes no deberían de ser recolectadas con los residuos sólidos urbanos. El camión transporta los residuos a la estación de transferencia de Pino. Finalmente, los residuos se transportan en un camión de transferencia a un sitio de disposición final en el Estado de México.



**Figura 4.** Etapas del manejo de lámparas fluorescentes en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco



**Figura 5.** Almacenamiento de lámparas fluorescentes a) en la Sección de mantenimiento y b) en el Centro de acopio de residuos

### c) Alternativas para el manejo de residuos de lámparas en la UAM-A

#### Compra de máquina trituradora

En el mercado existen dos tipos de máquinas; las que trituran los residuos de las lámparas y los almacenan en un recipiente estanco, y las que trituran y separan los residuos (vidrio y mercurio). Estas últimas permiten la valorización posterior de los residuos pero son más costosas. Ambos tipos de máquinas tendrían que ser importadas y sus costos en pesos mexicanos varían entre 50,000 y 4.4 millones. Los modelos más económicos tienen menos flexibilidad en cuanto al tipo de lámparas que permiten tratar.

#### Contratación de un servicio de recolección de lámparas fluorescentes, tratamiento y disposición final

Se cotizó el costo de la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos de las lámparas fluorescentes por las empresas autorizadas por la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, SEMARNAT [9]. No fue posible contactar a dos de las empresas en el listado, inclusive una de éstas no existía físicamente en la dirección proporcionada por la SEMARNAT. La tabla 3 presenta el costo del servicio por lámpara, el mínimo de lámparas que la empresa recolecta, la frecuencia de recolección de acuerdo con la recolección mínima y el tipo de tratamiento que reciben los residuos. Renovación Ambiental de México, Gen Industrial y EK Ambiental son opciones adecuadas de acuerdo al costo y a la generación de residuos.

**Tabla 3.** Costo y condiciones del servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos de lámparas fluorescentes

Empresa	Costo (\$/lámpara)	Recolección mínima (lámparas)	Frecuencia de recolección	Tratamiento
Renovación Ambiental de México, SA de CV	10	272	Mensual	Se envía al centro de acopio Eco-Health) y después al destino final Waste Services
Gen Industrial, SA de CV	1.22 3.05 4.9	870 590 295	Trimestral Bimestral Mensual	Trituración, reciclaje del vidrio y destrucción de filtros con mercurio
EK Ambiental, SA de CV	3.87	544	Bimestral	Transporte y acopio por EK ambiental y confinación
Residuos Ecológicos Industriales, SA de CV	7.83	590	Bimestral	Trituración y confinación
SERCOPSA, SA de CV	5	200	20 días	Acopio y trituración en SERCOPSA Tultitlán, Estado de México, Confinamiento en Tecnología Ambiental
Sistemas de Tratamiento Ambiental, S.A. de C.V	12	43502	12 años	Trituración en SITRASA, el vidrio es enviado a destrucción térmica y el vapor mercurio queda en los filtros

## Construcción de una máquina trituradora

En México existen dos antecedentes de desarrollo de máquinas trituradoras de residuos de lámparas, uno llevado a cabo en la UAM-A en 1999 y otro en el Instituto Politécnico Nacional en 2014 [10,11]. Ninguno de éstos funciona de forma comercial. Por lo que para la UAM-A tendría valor académico y comercial desarrollar una máquina más apta para la economía mexicana que las que actualmente se importan.

## 5. CONCLUSIONES

En México los programas de sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes (o ahorradoras) se han implementado con mucho éxito. Sin embargo, el manejo de los residuos peligrosos de las lámparas fluorescentes no ha sido adecuado.

En este trabajo se evaluó el manejo de estos residuos en la UAM-A. Se encontró que no se cuenta con un inventario completo de las lámparas instaladas (tipo y número) y el manejo de sus residuos por los intendentes no se lleva a cabo de forma adecuada ni con el equipo de protección adecuado (en caso de ruptura). Por lo que la universidad debería desarrollar e implementar un protocolo para el manejo de estos residuos cuando se rompen.

Dada la generación de residuos de lámparas en la universidad no sería económicamente viable adquirir una máquina para su tratamiento. En el corto plazo la universidad debe contratar un servicio para la recolección y tratamiento de los residuos de lámparas. El desarrollo y construcción de una máquina trituradora de lámparas fluorescentes traería prestigio académico a la universidad a largo plazo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Roberto C. Vázquez Solís, encargado operativo de Separación; Mtro. Alfonso de la Torre Vega, Jefe de la Oficina de gestión ambiental y protección civil; Ing. Jaime Balderas Chávez, Jefe de la Sección de conservación y mantenimiento; Alejandro Villegas; Javier Flores; y Hugo Trejo González por brindar el apoyo necesario para la recolección de datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Información general, (n.d.). [http://www.azc.uam.mx/informacion\\_general/campus.php](http://www.azc.uam.mx/informacion_general/campus.php) (accessed April 29, 2015).
- [2] Coordinación General de Planeación, Matrícula de licenciatura 2008-2012, México, D.F., 2013. [http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/Estadisticas\\_Matricula.pdf](http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/Estadisticas_Matricula.pdf).
- [3] Coordinación General de Planeación, Personal Académico 2008-2012, México, D.F., 2013. [http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/Estadisticas\\_Academicos.pdf](http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/Estadisticas_Academicos.pdf).
- [4] Consejo Académico Unidad Azcapotzalco, Políticas operativas de docencia Unidad Azcapotzalco, México, D.F., 2009. [http://www.azc.uam.mx/coord\\_general/docencia/08politicas\\_operativas.pdf](http://www.azc.uam.mx/coord_general/docencia/08politicas_operativas.pdf).
- [5] Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Separación, (n.d.). <http://www.azc.uam.mx/separacion/> (accessed April 29, 2015).
- [6] Diario Oficial de la Federación, NOM-028-ENER-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba, Mexico, 2010.
- [7] Diario Oficial de la Federación, Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba, México, 2013.

- [8] Diario Oficial de la Federación, NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, México, 2006. [http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052\\_semarnat.pdf](http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf).
- [9] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Listados de empresas autorizadas, (2014).
- [10] C. Rosales Aguilar, A.P. Zafra Ballinas, Diseño de un destructor de lámparas fluorescentes para la separación del mercurio y vidrio, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 1999.
- [11] Coordinación de Comunicación Social, Presentan máquina para reciclar componentes de focos ahorradores, Inst. Politécnico Nac. Comun. Prensa. (2014) 1.

## Cuantificación de residuos electrónicos: un trabajo Interinstitucional

<sup>1</sup>María del Consuelo Mañón Salas, <sup>1</sup>María del Consuelo Hernández Berriel, <sup>2</sup>Martha Montes de Oca Herrera, <sup>3</sup>Samantha E. Cruz Sotelo, <sup>4</sup>Guillermina Gómez Beltrán

1Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Instituto Tecnológico s/n. Fraccionamiento La Virgen 52149, Metepec, Edo. de México, México. consuelomanon@gmail.com

2Universidad Politécnica del Valle de Toluca, Carretera Almoloya de Juárez, Km. 5.2, 50904, Antiaguito Tlailalcali, Almoloya de Juárez, Edo. de México, México.

3Facultad de Ingeniería, UABC. Blvd. Benito Juárez s/n 21280 Col. Insurgentes. Mexicali B.C., México

4Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, México. C.P. 52044.

### RESUMEN

El desarrollo de tecnologías digitales aplicadas a la innovación de equipos electrónicos, representa una revolución que ha transformado fundamentalmente la manera en que la gente piensa, actúa, trabaja y gana su sustento. La producción global de equipos electrónicos enfrenta la mayor expansión industrial de la historia y en consecuencia, la generación de residuos electrónicos se constituye en el componente de más rápido crecimiento. Debido a su importancia, esta investigación tuvo por objetivo conocer el uso y disposición de los residuos electrónicos en tres instituciones de educación superior en el Valle de Toluca. Entre los resultados se observó que el tipo de tecnologías digitales con mayor uso son las de telecomunicaciones, seguidas por las de entretenimiento e informáticos. Destaca el empleo de celulares, CD-DVD y juegos. Se muestra la carencia de programas de manejo y concientización para la población estudiantil, como lo demuestra el hecho de que el 75% de los estudiantes no ha participado en algún curso ambiental.

**Palabras clave:** *Educación Ambiental, Residuos Electrónicos.*



## 1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de mayor bienestar ha llevado al ser humano, a un proceso de constante sustitución, adquisición y generación de residuos electrónicos (RE). Esta revolución ha sido propiciada en parte por la aparición de tecnologías digitales, que se manifiesta a través de computadoras, cámaras, celulares, pantallas cada vez más potentes con una vida útil más corta. Tan sólo los residuos de computadoras, teléfonos celulares y televisores en el mundo ascendieron a 5.5 millones de toneladas en 2010, se estima que para 2015 llegarán hasta 9.8 millones de toneladas [1]. En México, el 32% de los hogares poseen al menos una computadora, el 25% tiene acceso a internet a través de computadoras personales o algún otro dispositivo diferente ya sea fijo o móvil. Por lo que se refiere a la edad de los usuarios, el actual levantamiento confirma que el uso de tecnologías digitales se da predominantemente entre la población joven del país. Casi el 75% de los usuarios de Internet o computadora es menor de 35 años [2]. La vida útil promedio estimada para los diferentes equipos electrónicos es de cinco años para computadoras, diez para televisores, tres para teléfonos celulares y seis para reproductores de sonido. Una vez que son desechados el 40% queda almacenado en la casa y 50% llegan a los tiraderos a cielo abierto y solo el 10% es reciclada [3].

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca se localiza en la parte central del Estado de México, es la segunda conurbación en importancia del Estado y la quinta a nivel nacional, integrada por 22 municipios con una superficie de 2,669.6 km<sup>2</sup>, correspondiente al 11.9% del territorio estatal y donde habitan 2, 146,341 personas, que representan el 14% de la población mexiquense (Fig. 1). En junio del 2005, el Gobernador del Estado de México, Lic. Enrique Peña Nieto, estableció el compromiso CG-494, de construir una Institución de Educación Superior de vanguardia que permitiera a los estudiantes de la Región del Valle de Toluca, continuar sus estudios de licenciatura. Un año después en el mes de agosto, el Gobernador del Estado y el Subsecretario de Educación Superior de la SEP, firman el Convenio de Coordinación para la Creación, Operación y Apoyo Financiero de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca (UPVT), publicándose en la Gaceta de Gobierno del Edo. de México, el Decreto de Creación de la UPVT, con domicilio en km 5.6, carretera Toluca-Almoloya de Juárez, Santiaguillo Tlalcilcali, Almoloya de Juárez, Estado de México [4]. La UPVT queda constituida oficialmente el 13 de noviembre del 2006, con el carácter de organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de México, bajo el Modelo de Educación Basado en Competencias Profesionales (MEBCP), con la responsabilidad de impartir educación superior en los niveles de licenciatura, especialización tecnológica y posgrado, así como cursos de actualización en sus diversas modalidades, que contribuyan atender los requerimientos del contexto económico, político y social, nacional e internacional [5]-[6]. El programa de estudio está conformado por tres ciclos de formación, divididos en nueve cuatrimestres. Oferta las Ingenierías en Informática, Mecatrónica, Mecánica Automotriz, Energía, Industrial y Biotecnología, así como la licenciatura y maestría en Negocios Internacionales [7].

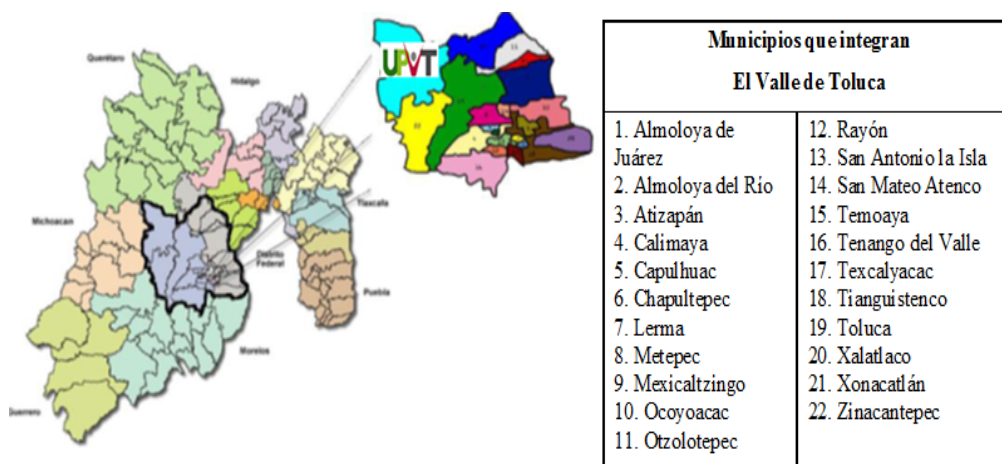


Figura 1. Municipios que integran el Valle de Toluca

## 2. ANTECEDENTES

A principios del 2013, la UPVT se consolida en cuanto a infraestructura física y humana, con instalaciones para laboratorios y equipamiento, por lo que considera oportuno fortalecer la investigación y desarrollo tecnológico, mediante la creación del Comité de Ciencia y Tecnología de la UPVT. Sin embargo, aún no describe dentro de sus prioridades incorporar una perspectiva ambiental de sustentabilidad en sus funciones centrales que la lleven a desarrollar un Plan Ambiental Institucional [8]. En cambio promueve la participación de docentes y cuerpos académicos en las convocatorias de PRODEP (Programa para el desarrollo Profesional Docente para el tipo Superior), es así como fue autorizado el proyecto de investigación “Impacto de las tecnologías de la información y comunicación en la generación de residuos electrónicos domésticos en el Valle de Toluca”. Con ficha de recepción de "Apoyo a la Incorporación de Nuevos PTC" F-PROMEP-39/Rev-03 SEP-23-005. Con una duración de doce meses en el periodo comprendido del octubre 2013-octubre 2014.

## 3. DESCRIPCIÓN

La investigación tuvo como objetivo determinar el impacto que tienen las tecnologías digitales en la generación de residuos electrónicos (RE) a través de su cuantificación. Para alcanzarlo fue necesario identificar los RE generados en las IES del Valle de Toluca a través de la descripción de características propias de los residuos electrónicos, su adquisición, uso y aprovechamiento.

Se empleó como herramienta de adquisición de información un cuestionario integrado por 20 preguntas organizadas en tres secciones, cubriendo aspectos como cuantificación de tecnologías digitales, uso y disposición de equipos y conocimiento del entrevistado en el área ambiental.

Las IES invitadas a colaborar con la UPVT fueron: El instituto Tecnológico de Toluca (ITT), la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca (UTVT), los pasos que se llevaron a cabo para tal fin se describen a continuación:

- a) Proceso de formalización con las autoridades de las instituciones. Éste se inició mediante la entrega de oficio a la máxima autoridad de la Institución, explicando el objetivo de la investigación y solicitando se permitiera la aplicación de cuestionarios a los alumnos, docentes y administrativos.

- b) Determinación del tamaño de muestra. Se empleó la técnica de muestreo estratificado, por lo que fue dividida la población bajo estudio, en grupos homogéneos respecto a las características a estudiar. Los grupos fueron determinados por las carreras afines en cada una de las IES, seleccionando cuatro carreras, estas se presentan en la Tabla 1.
- c) Periodo de aplicación de los cuestionarios. Éste fue determinado buscando en primera instancia la coincidencia de los ciclos escolares (semestres y cuatrimestres) de las IES participantes, en segundo lugar que no estuviera próximo a periodos de exámenes, ni de vacaciones, por lo que el periodo establecido fue el primer cuatrimestre del 2014.
- d) Proceso de aplicación de los cuestionarios. Dada la cantidad de la muestra calculada fue necesario solicitar el apoyo de estudiantes de servicio social, a los cuales se les asignó uniforme para una adecuada identificación, además de capacitarles sobre el correcto llenado del cuestionario y reducir con ello las preguntas sin contestar.
- e) Captura y validación de los cuestionarios. Durante el periodo de aplicación se desarrolló una aplicación en Visual Basic, que agilizó la captura y el procesamiento de información obtenida a partir de los cuestionarios. Gracias al apoyo de estudiantes de servicio social de la UPVT, fue posible minimizar el tiempo asignado a dicha actividad.
- f) Análisis de los datos. Para asegurar la calidad y validez de los datos obtenidos, se verificaron las inconsistencias en las respuestas del cuestionario, la identificación de valores extremos (outliers), valores perdidos, así como errores de captura.

**Tabla 1.** Carreras muestreadas en las IES participantes

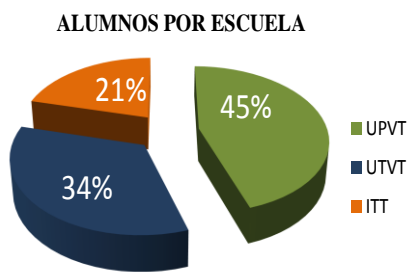
IES	Carreras
UTVT	Ingeniería en Tecnología Ambiental, Negocios y Gestión Empresarial, Ingeniería en Mecatrónica, Tecnologías de la Información y Comunicación
UPVT	Ingeniería Biotecnológica, Licenciatura en Negocios Internacionales, ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Informática
ITT	Ingeniería en Química, Ingeniería Mecatrónica, Gestión Empresarial e Ingeniería en Sistemas Computacionales

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

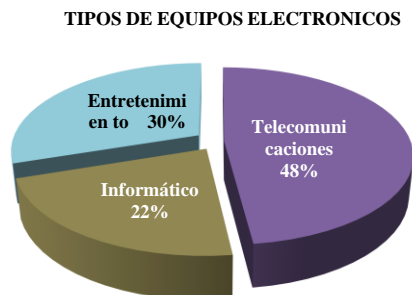
Con respecto al financiamiento del proyecto, se presentaron serias limitaciones con la asignación de los recursos. Lo que llevó muchas veces a absorber gastos por parte de algunos de los colaboradores, con el fin de evitar en la medida de los posible retrasar actividades sucesivas del programa de trabajo.

##### **Instituciones de Nivel Superior**

Fue de suma importancia contar con el apoyo de un profesor adscrito a cada IES participante (ITT, UTVT), ya que además de proporcionar información relevante sobre el tamaño de la población estudiantil, auxilio en el control y aplicación de los cuestionarios durante el periodo establecido. Como resultado se logró cubrir una muestra de 3,150 cuestionarios (Fig. 2a). Observando que las tecnologías digitales con mayor presencia fueron las de telecomunicaciones, seguidas por las de entretenimiento e informáticos (Fig. 2b).

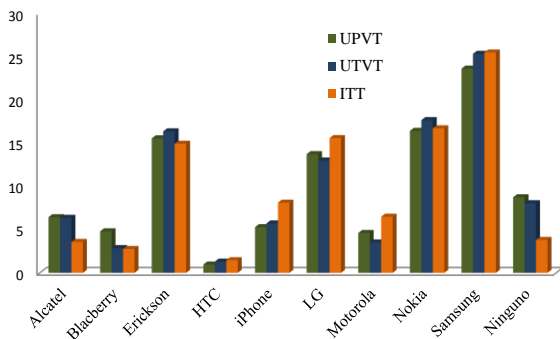


**Figura 2a.** Porcentajes de alumnos encuestados en las IES

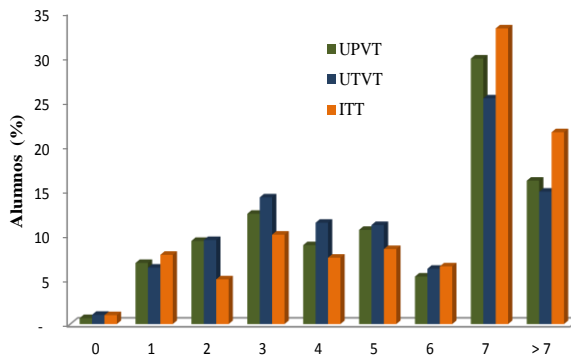


**Figura 2b.** Distribución de equipos por Tipo en las IES

Entre las marcas que se adquieren con mayor frecuencia los estudiantes se encuentran Samsung, Nokia, Erickson y LG (Fig. 3a), predomina la tendencia a cargar el celular siete veces a la semana (Fig. 3b).



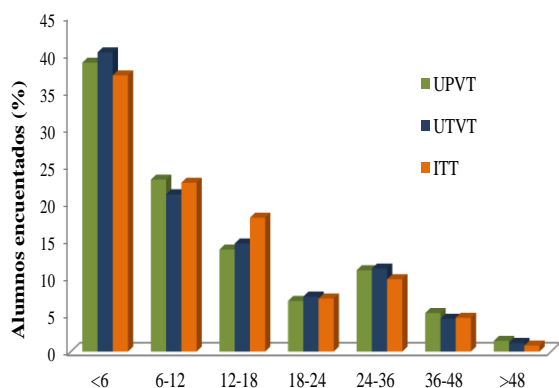
**Figura 3a.** Lista de marcas más usadas por los alumnos



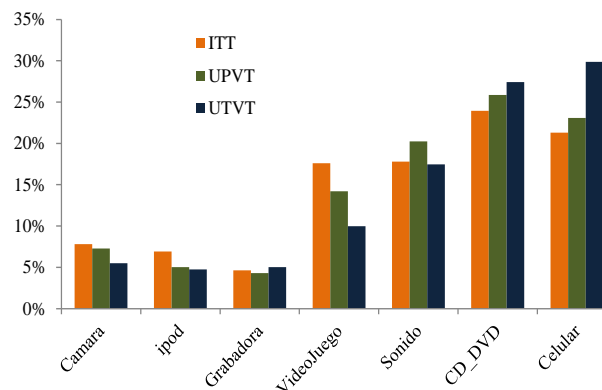
**Figura 3b.** Números de cargas que se hacen al celular

En cuanto a la antigüedad del celular, se observa que el mayor porcentaje [39% - 42%] se encuentra en menos de 6 meses, en segundo lugar esta 6-12 meses seguido por 12-18 meses, los dos últimos coinciden con los planes que ofrecen las empresas que dan el servicio de telefonía celular (Fig. 4a).

Entre los equipos que mayormente almacenan se encuentran los celulares, CD-DVD, equipos de sonido y video juegos (Fig. 4b). Tienden a almacenarlos porque no saben qué hacer con ellos, o bien para repararlos y como última opción los venden. Un punto sumamente importante para las IES es que el 78% de los alumnos no ha asistido a cursos de educación ambiental.



**Figura 4a** Antigüedad (meses) en el uso del celular



**Figura 4b** Equipos que guardan con mayor frecuencia

Se determinó que el empleo de los equipos informáticos es principalmente para el proceso enseñanza aprendizaje, seguido para las redes sociales y entretenimiento, coincidiendo los mismos resultados en las tres muestras recolectadas (alumnos, docentes y administrativos).

Se observa un riesgo con respecto a la disposición final de los residuos electrónicos, debido a la cantidad de dispositivos que se están desechando y a la ausencia de un plan de manejo por parte de las autoridades estatales. Es preocupante el nivel de desconocimiento que presenta la población estudiantil, sobre los requerimientos de tratamiento y los riesgos a la salud que conlleva la incorrecta disposición de los residuos electrónicos, una carencia de conocimiento ambiental promueve un área de oportunidad para las IES.

Como una medida para sensibilizar y concientizar a la comunidad de la UPVT, en la importancia del manejo adecuado de los RE, se implemento el “Programa de Concientización Ambiental”, durante el mes de junio del 2014, obteniendo poca participación por parte de los directivos de otras carreras.

Se requiere de la voluntad y acciones políticas, económicas y sociales que propicien el compromiso y la inserción de la comunidad en la solución de los problemas ambientales. En este sentido [10] menciona que existe un interés por parte de los estudiantes en la problemática de los residuos y estarían de acuerdo en cambiar sus prácticas de manejo, sin embargo se carece de programas de manejo y concientización dentro de las instituciones educativas que faciliten su gestión.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación son de gran valía, porque contribuyen con información sobre el comportamiento de la población estudiantil en el uso de las tecnologías digitales y el desconocimiento que tienen sobre la problemática ambiental.

Es de suma importancia que las autoridades de las IES estén interesadas en desarrollar un Plan Ambiental Institucional, ya que de no ser así, son solo esfuerzos aislados que se realizan en pro del ambiente por parte de un departamento o división dentro de la institución.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Toluca, a la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca y a la Universidad Autónoma de Baja California por su invaluable apoyo en esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INE. Instituto Nacional de Ecología. 2011. Diagnóstico de la Generación de Residuos Electrónicos en La Zona Metropolitana del Valle de México.
- [2] INEGI. Estadísticas sobre Disponibilidad y uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en los Hogares, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012. (16 de abril 2015) [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologías/MODUTIH/MODUTIH2013/MODUTIH2013.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologías/MODUTIH/MODUTIH2013/MODUTIH2013.pdf)
- [3] Moguel, D. G. 2007. Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México. (6 de marzo de 2015). México, D.F., México. Obtenido de INE
- [4] UPVT (Universidad Politécnica del Valle de Toluca). 2010. Informe de Actividades (18 de abril 2015) <http://transparencia.edomex.gob.mx/upvt/informacion/actividades/InformedeActividades20092010.pdf>
- [5] LEGISTEL. Dirección de Legalización y del Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno". 2006. (16 de abril 2015) <http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/legistel/gaceta-de-gobierno/2006>
- [6] LEGISTEL. Dirección de Legalización y del Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno". 2013. (18 de abril 2015) <http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/legistel/gaceta-de-gobierno/2013>
- [7] UPVT (Universidad Politécnica del Valle de Toluca). 2011. Decretos (16 de abril 2015) <http://www.secogem.gob.mx/Leyes%20o%20Decretos.asp>
- [8] UPVT (Universidad Politécnica del Valle de Toluca). 2013. Informe de actividades 2013 (16 de abril 2015) <http://www.ipomex.gob.mx/ipo/archivos/downloadAttach/239864.web;jsessionid=35B6D0EF43E9FD3172DD2F668A6ED960>
- [9] INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Censo General de Población y Vivienda 2010: Población Total con Estimación por Entidad y Municipio, Según Edad. (16/03/2015) <http://www.inegi.gob.mx>.
- [10] Cruz Sotelo S. C., Ojeda Benitez S, Favela Ávila H., Ureña Valenzuela S., Aguilar Salinas W., Prácticas de manejo del teléfono celular en estudiantes de educación media superior. 6o Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos, Nayarit, México 2014.

## Generación y alternativas para el manejo de los residuos de poliestireno expandido en la UAM Azcapotzalco

<sup>1</sup>Luis Alberto Mora Ramírez, <sup>1</sup>Alethia Vázquez Morillas, <sup>1</sup>Margarita Beltrán Villavicencio

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, D.F., C.P. 02200, Tel: (55) 53189057, 53189075, alethia@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

En los últimos años se han incrementado los residuos de poliestireno expandido, también llamado unicel o EPS (por sus siglas en inglés), en la UAM-Azcapotzalco debido al comercio externo o interno, además del que proviene del embalaje de equipos y mobiliario que compra la UAM-A. A través del estudio de generación, en 2013, se determinó que la UAM-Azcapotzalco genera semanalmente un aproximado 145.55 kg de EPS, conformado por 1.63 kg de embalaje y 143.92 kg de desechable. Para evaluar el conocimiento sobre este material en la comunidad universitaria, se realizaron 300 encuestas, donde 176 personas reconocieron que lo usan aunque “contamina el ambiente y perdura en él”. Con base en la cuantificación, clasificación y aplicación de encuestas, así como en el análisis de costos, se plantearon 3 alternativas para el manejo de este residuo: 1) minimización del ingreso de EPS a la Unidad, 2) reciclaje *in situ* mediante su incorporación en el programa de *Separación*, que conlleva a la construcción de una máquina densificadora, y 3) reciclaje *ex situ* mediante su incorporación en el programa de *Separación* para su transporte a un punto externo de reciclaje. Se consideró más viable la implementación del reciclaje *ex situ* que tiene como principal objetivo hacer que la UAM-Azcapotzalco funja como centro de acopio. La UAM-Azcapotzalco cuenta con un vehículo estaquitas que se puede emplear con un costo aproximado de \$670.00 por viaje. Con esto se pretende lograr un manejo adecuado del EPS, evitando que se envíe al relleno sanitario.

**Palabras clave:** EPS, reciclaje, separación, unicel



## 1. INTRODUCCIÓN

La UAM Azcapotzalco se sitúa al norte de la Ciudad de México, en un terreno de aproximadamente 200 mil metros cuadrados. Abrió sus puertas a la comunidad universitaria el 11 de noviembre de 1974. Desde el inicio de sus actividades, la Unidad dirige sus esfuerzos a desarrollar un proyecto educativo que la ubica como una de las alternativas de educación superior más sólidas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y del país. En esta Unidad se forma a profesionistas en: Ciencias Básicas e Ingenierías, Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias y Artes para el Diseño, además de programas de posgrado.

La UAM Azcapotzalco cuenta con 26 edificios, 210 salones de enseñanza teórica-práctica, 139 laboratorios y talleres; se ofrecen servicios especializados como salas audiovisuales, centro de cómputo, biblioteca, dos gimnasios, canchas de basquetbol y fútbol, cafetería, librería, papelería, área de fotocopiado, auditorios, talleres culturales, servicio médico, oficina de protección civil, y servicio de vigilancia las 24 horas los 365 días del año. La Unidad cuenta también con 72,345.61 m<sup>2</sup> de áreas verdes, con una gran riqueza de la diversidad en especies de árboles [1].

## 2. ANTECEDENTES

La UAM-Azcapotzalco, cuenta con un Programa de Manejo Integral para los residuos sólidos que se generan dentro de la misma. Dicho programa se denomina *Separación*, y entró en vigor el 31 de octubre del 2003 [2]. La universidad, a través de *Separación*, envía a reciclaje los residuos recuperables que se separan para que puedan volver a integrarse a un ciclo productivo, tales como el vidrio, PET, envases multicapas, latas de aluminio, cartón y papel.

Dado que la UAM-Azcapotzalco no adquiere productos de poliestireno expandido (EPS, por sus siglas en inglés) y de la falta de opciones para el reciclaje del mismo, éste no fue incluido entre los materiales recuperables en el programa *Separación*, por lo que actualmente, el unicel se encuentra dentro de los “residuos no aprovechables”. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado este residuo debido al comercio que se da por parte de alumnos. Por lo tanto, es necesario evaluar alternativas para encontrar la más asequible sobre el tratamiento de este residuo.

Según datos del Censo Nacional de Gobierno, Gobiernos Municipales y Delegaciones 2011, el poliestireno expandido representa el 1.65% peso de los residuos sólidos urbanos [3]. Una fracción significativa de este porcentaje está constituida por los empaques de alimentos, que incluyen artículos como vasos, platos, botes, bandejas, recipientes tipo almeja, bandejas para la carne, hueveras, envases para yogur y requesón y cubiertos [4], [5].

## 3. METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo fue la de proponer alternativas y estrategias para valorizar los residuos de poliestireno expandido (EPS) que se generan en la UAM-Azcapotzalco. Las actividades desarrolladas fueron:

1. Cuantificación y clasificación de la generación de unicel en la UAM-Azcapotzalco
2. Aplicación de encuestas
3. Análisis de alternativas de manejo para el EPS que se genera en la UAM-Azcapotzalco

### 3.1 Cuantificación y clasificación de la generación

La cuantificación del EPS se realizó clasificándolo en dos categorías: desechable y de embalaje. El primero se refiere a los productos desechables (post-consumo) que provienen del empaquetado de los alimentos, tales como vasos, platos y recipientes tipo almeja. El segundo es todo aquel que proviene del embalaje en el transporte de envases, aislamiento de productos y aislamiento térmico.

Para cuantificar el poliestireno expandido procedente del embalaje, se separó por seis semanas consecutivas todo el que llegaba al centro de acopio. Se realizaron los pesajes de éste cada dos semanas.

Para determinar la presencia de envases de EPS en los residuos sólidos se realizó un cuarteo en el centro de acopio de la UAM-Azcapotzalco, para la obtención de dos muestras. Se vaciaron 948.81 kg de residuos generados el día anterior, en un área plana horizontal de 4 m x 4 m. Después con el uso de palas y de un trascabo, se mezclaron los residuos y se tomaron las muestras, que fueron pesadas con una báscula marca CAMESA, modelo B-25. Las masas exactas fueron de 51.28 kg y 104.1 kg de residuos. Se realizó la selección de subproductos (**¡Error! No se encuentra el origen e la referencia.**) en dos grupos; para la muestra de 51.28 kg se tomaron los subproductos estipulados por la NMX-AA-022-1985, mientras que la de 104.1 kg sólo se seleccionaron subproductos que se consideraron relevantes para el programa de *Separación*.



**Figura 1.** a) Cuarteo, b) Selección de subproductos

### 3.2 Aplicación de encuestas

Se diseñó y aplicó una encuesta dentro de la UAM-Azcapotzalco, cuya finalidad fue evaluar los conocimientos y el uso del poliestireno expandido por parte del sector estudiantil, docente y administrativo. La encuesta constaba de 6 preguntas de opción múltiple, que pudieran responderse en forma rápida, concisa y clara. Los puntos que se abordaron fueron: uso del unigel, conocimiento de sus efectos ambientales, conocimiento sobre el programa *Separación* y disposición a participar en programas de manejo de los residuos de unigel.

Se realizaron 300 encuestas (número decidido en función del tiempo del estudio, 3 meses), que se aplicaron proporcionalmente de acuerdo a la composición porcentual de alumnos y personal académico y administrativo, según el anuario estadístico 2012 de la UAM-Azcapotzalco [6]: profesores - 30 encuestas (10%), trabajadores - 45 encuestas (15%) y alumnos - 225 encuestas (75%). Del total de encuestas a alumnos, el 47.77% correspondió a alumnos de CBI, 34.48% alumnos de CSH y 17.75% alumnos de CyAD, en proporción a la composición de la matrícula. Para obtener datos en función del género entre los alumnos, se decidió realizar encuestas en proporción de 50 % a hombres y mujeres.

### 3.3 Análisis de alternativas

Se propusieron tres alternativas, que son de carácter general y que, con base en la cuantificación, clasificación y encuestas, podrían ser viables para el manejo del EPS.

### 3.3.1 Minimización

En esta alternativa se analizó la factibilidad de limitar el uso del material por parte de quienes introducen el EPS expandido y hacen la distribución del mismo a través del comercio interno que llevan a cabo en la universidad, por ejemplo, en el empaquetado o transporte de alimentos. También se consideró la posibilidad de restringir su uso en encuentros académicos que se realizan en la Unidad.

### 3.3.2 Reciclaje *in situ*

Se analizó la posible integración del EPS en el Programa de Manejo Integral para los Residuos Sólidos de la UAM-Azcapotzalco, llamado *Separación*, mediante el uso de botes específicos en ciertas zonas de la universidad, donde se pueda realizar una debida pre-separación del EPS. Como complemento a esta alternativa se evaluó la factibilidad de construcción de una máquina densificadora para el poliestireno expandido acopiado.

### 3.3.3 Reciclaje *ex situ*

Se analizó el reciclaje *in situ*, para el cual se evaluó nuevamente la posibilidad de integrar el EPS en el Programa *Separación*, con la colocación de botes específicos en ciertas zonas de la universidad, donde se pueda realizar una debida pre-separación. Una vez recolectado, se evaluó el costo de su transporte hacia un punto externo de reciclaje. En este caso la universidad fungiría como un centro de acopio de este material.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos, tanto del estudio de generación, como de la aplicación de las encuestas y la discusión de las alternativas de manejo.

### 4.1 Estudio de generación

**EPS desechable.** En el estudio de generación, el día anterior al cuarteo se registró una generación de residuos sólidos urbanos en la UAM-Azcapotzalco de 948.81 kg. La muestra de 51.28 kg, registró 1.8 kg de este material, que representa el 3.51 % en peso. Para la muestra de 104.1 kg se cuantificó 1.03 kg de EPS que representa el 0.99 % en peso.

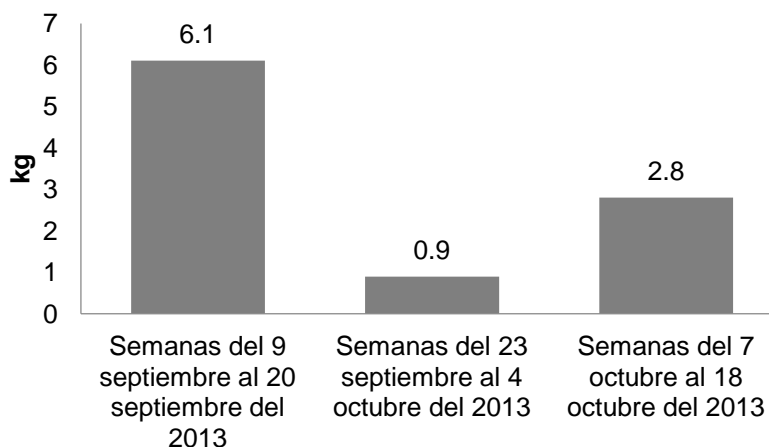
**Comparación de la generación de unicel en los últimos dos años.** Los pesos registrados en cuarteos de trimestres anteriores dan un panorama de la generación de EPS que se ha presentado en los últimos dos años. En la Tabla 1 se puede observar el aumento de este residuo.

**Tabla 1.** Generación diaria promedio de EPS en los últimos dos años

Año	Trimestre	Masa (kg)	% Peso
2013	13-O	1.8	3.51
2013*	13-P	2.1	3.33
2013*	13-I	1.2	2.54
2012*	12-O	1.14	2.28
2012*	12-P	1.1	1.94
2012*	12-I	1.1	2.21

\*Datos obtenidos en la UEA "Taller IV de Ingeniería Ambiental" durante los años 2012 y 2013 de la UAM-A.

**Poliestireno expandido de embalaje.** La generación de EPS de embalaje es irregular. Esto se debe a que no siempre se reciben equipos cuya protección es el unicel. En la Figura 2. Generación de EPS de embalaje en seis semanas<sup>2</sup> se puede observar esta tendencia.



**Figura 2.** Generación de EPS de embalaje en seis semanas (cuantificado cada dos semanas)

#### 4.2 Aplicación de encuestas

El conocer la opinión pública y los diferentes puntos de vista que se tienen sobre el EPS es de suma importancia antes de proceder al análisis de propuestas.

Del sector encuestado, el 87% de personas usan y compran productos desechables (260 personas de 300) pero 176 especificaron que son productos de poliestireno expandido. Las dos principales razones por las que compran o usan productos de EPS son su funcionalidad y porque así les dan el producto. Se observó que alumnos, profesores y trabajadores encuestados, coinciden en que el poliestireno expandido es un plástico que perdura en el ambiente y que lo contamina.

Más de la mitad de personas encuestadas tienen conocimiento sobre el programa de *Separación* en la UAM-A. Así también, más de 75 % de las personas encuestadas mostraron disposición para participar en programas para el manejo de residuos de poliestireno expandido dentro de la UAM-A. Para finalizar, más de la mitad de las personas encuestadas considera que el programa que se debería implementar es el de incluir el unigel en el programa de *Separación*.

### 4.3 Alternativas de manejo

**Minimización del ingreso de EPS a la UAM-A.** El ingreso de EPS se presenta por el incremento del comercio de comida chatarra. Los vendedores utilizan este material por su bajo costo respecto a otros. También proviene por la intrusión de alimentos de comercios externos aledaños. El problema se ha acrecentado cuando en la cafetería de la UAM-Azcapotzalco se decide usar EPS para servir los alimentos, cuando no hay personal para el lavado de vajillas. Otro factor que aumenta la generación se encuentra cuando se realizan conferencias, congresos, entre otras actividades.

De los 300 encuestados, 87 creen que se debería prohibir el ingreso de EPS, sin embargo, esta opción es mucho más difícil de concretar por el arduo control que se debe de tener para impedir el uso del material. Esta medida implicaría realizar algún tipo de campaña de concientización sobre los riesgos y problemáticas ambientales derivadas de los residuos de EPS. Debido a la cantidad de actores involucrados y a la imposibilidad de regular la adquisición, el uso de este material, así como de controlar la entrada del mismo a la Unidad, se considera inviable aplicar esta opción. Sin embargo, sí podrían realizarse campañas tendientes a la minimización de la generación de EPS.

**Reciclaje de EPS *in situ*.** El principal eje de ésta y la siguiente alternativa, es la integración del EPS en el Programa de Manejo Integral para los Residuos Sólidos de la UAM-A, *Separación*.

Para ello, se deben tomar en cuenta diversos aspectos. El primero es la necesidad de crear una campaña de difusión con la cual se genere un impacto dirigido a toda la comunidad universitaria. El principal mensaje sería la importancia de separar el EPS de los demás residuos y depositarlo en los botes específicos que la universidad pondrá a disposición de la comunidad universitaria.

El poliestireno expandido de embalaje llega directo al centro de acopio con las cajas del producto. Así se podrá tener una correcta disposición de éste. Además en el centro de acopio se dispondría de un área específica para poner el poliestireno expandido desechable y de embalaje.

El poliestireno se compactaría y densificaría mediante una máquina diseñada para tal fin. Ya se cuenta con un lugar propuesto para esta actividad cuyas dimensiones aproximadas son de 14.30 m de largo por 17.50 m de ancho. El EPS recolectado debe encontrarse limpio y que no traiga restos de alimentos o algún otro material. Posteriormente, se debe someter a un proceso de densificación para la producción de lingotes, que permitirán su comercialización. Dicha máquina debe constar de 3 partes:

1. Molido. A través de una banda transportadora, el poliestireno expandido cae por gravedad en un molino triturador donde se troza. Así se obtienen piezas más pequeñas.
2. Densificación. El material que ha sido molido cae por gravedad dentro del densificador. Aquí el husillo gira para calentar el material. El calor que genera el husillo funde el material y permite eliminar la estructura espumada del mismo. De esta manera reduce y cristaliza el material, además de que se elimina el 95% de aire y queda 5% de poliestireno. Para EPS desechable se ocupa una temperatura de 230 °C y para poliestireno expandido de embalaje 300 °C. El husillo empuja al nuevo material para que salga por un dado. El nuevo material tiene forma chiclosa en forma de cuerda.

3. Prensa. El material que sale del densificador se coloca en un molde. Cuando dicho molde se llena, se lleva a una prensa que lo compacta en forma de prisma rectangular con lo cual facilita su manejo y apilamiento.

Un ejemplo de este tipo de máquinas densificadora se encuentra en la empresa DART que fue fabricada por la empresa NEPCO y cuyo modelo es NE-220. Sus dimensiones son: 130 cm de alto, 120 cm de ancho y 140 cm de largo. El precio de una máquina de este tipo oscila alrededor de los 25,000 dólares más envío e instalación [7]. El precio del molino triturador de 40 HP para EPS es cercano a los \$ 180,000 pesos. Se recomienda construir el molino, así como la banda transportadora y prensa con el fin de adecuarla al espacio que se tiene. Así también no se genera un gasto mayor en maquinaria que viene prediseñada y puede ser muy espaciosa. Los recursos que ocupa esta máquina son el espacio para la instalación y una conexión para energía eléctrica de 480 V .

Durante el proceso no se generan malos olores y humos. La máquina puede ser operada por una persona, aunque si se pretende acelerar el proceso, pueden ser dos. Los lingotes obtenidos se pueden vender a alguna empresa que mediante un proceso de molido, fundición y extrusión los convierta en pellets. Así la empresa puede crear una variedad de productos como son suelas de zapatos, teclados, llaveros, macetas, entre otros.

Finalmente, la máquina podría ser construida en la unidad, a través de proyectos de integración de alumnos de CBI. Ello permitiría reducir costos y diseñar un equipo a la medida de las necesidades de la institución.

**Reciclaje de poliestireno expandido *ex situ*.** Al igual que en el caso del reciclaje *in situ*, el poliestireno expandido se incluiría en el programa de *Separación*.

El poliestireno expandido recolectado, se enviaría a la empresa DART que es la única que desarrolla un proceso de reciclaje en la región central del país.. La universidad no obtendría ganancia alguna, sólo sería un centro de acopio ya que la empresa recibe pero no compra el EPS.

Si se extrapolan los resultados del cuarteo realizado, la generación semanal EPS sería 145.55 kg aproximadamente, se tomarían 39 semanas efectivas de trabajo para la estimación anual (considerando intertrimestres y vacaciones). Para el transporte del EPS desde la UAM-A a la empresa DART con un recorrido aproximado de 135 km de viaje sencillo, hay dos posibilidades, la primera implica la renta de una camioneta de carga y la segunda el uso de vehículos propios de la UAM-A. El costo aproximado para la primer opción con un plan de 250 km mas kilómetros extras, es de aproximadamente \$837.00, sin chofer, mas gastos de gasolina y el costo de peaje, lo que incrementaría el costo hasta \$1500.00 por viaje y con aproximadamente 15 m<sup>3</sup> de EPS. Con la generación prevista se tendrían que realizar un aproximado de 25 viajes al año. Si se lograra un convenio con la empresa, esta opción sería la más viable. La segunda opción consistiría, al implementar el programa, llegar a un acuerdo con las autoridades de la UAM-A para hacer uso de vehículos propios de la institución (tipos estaquitas). Con ésto se disminuiría el costo a aproximadamente \$670.00 por viaje.

## 5. CONCLUSIONES

Se determinó que en la UAM-A se genera semanalmente un aproximado de 1.63 kg de EPS de embalaje y 143.92 kg del desechable; en 39 semanas de labores universitarias al 100% se llegaría a generar anualmente 5676.45 kg de este material. La cantidad de EPS generado dentro de la UAM-A se ha acrecentado en los dos últimos años, con porcentajes de 3.51% peso a diferencia de hace 2 años que se reportaba 2.21 % peso del total de los residuos.

De 300 encuestados, el 59 % usan EPS por su funcionalidad y porque los productos que compran vienen con este material como protector de alimentos o productos. Cerca del 50% reconoce que el EPS contamina el ambiente y perdura en él. En cuanto a las alternativas propuestas, el 13 % cree que se debería restringir el ingreso de EPS y 29% que se debería prohibir; 58% creen que el EPS debería incluirse al programa *Separación*.

Se considera en principio más viable la implementación del reciclaje *ex situ* que tiene como principal objetivo hacer que la UAM-A funja como centro de acopio. De esta manera se puede aprovechar la colaboración por parte de la empresa DART para comenzar una gran campaña de difusión, que logre crear una presión social sobre las autoridades para lograr la aprobación de presupuesto para el comienzo del reciclaje.

### AGRADECIMIENTOS

A los responsables del programa *Separación* de la UAM-A y a Gerardo Pedra Rocha, Gerente Corporativo de Programas de Reciclaje de DART, S. A. de C. V.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UAM-Azcapotzalco, (2014), Información General, Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Azcapotzalco, (Consultado el 27 de enero de 2014). Disponible en: [http://www.azc.uam.mx/informacion\\_general/campus.php](http://www.azc.uam.mx/informacion_general/campus.php)
- [2] UAM-Azcapotzalco, (2014), *¿Qué es Separación?*, Programa Separación de la Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Azcapotzalco, (Consultado el 27 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.azc.uam.mx/separacion/>
- [3] INECC-SEMARNAT, (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*, (Consultado el 02 de mayo de 2014). Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcnica/diagnostico\\_basico\\_extenso\\_2012.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcnica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf)
- [4] DART, (2014). *Preguntas y respuestas sobre el medioambiente*, DART, (Consultado el 27 de enero de 2014). Disponible en: <https://www.dartcontainer.com/es/medio-ambiente/preguntas-y-respuestas-sobre-el-medio-ambiente/>
- [5] DART, (2014). *Reciclaje de unicel post-consumo*, DART, (Consultado el 27 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.reciclaunicel.com.mx/web/environ.nsf/pages/recicladedeunicel.html>
- [6] Ibañez, G., (2013). *“Anuario Estadístico 2012”*, (Consultado el 4 de noviembre de 2013), Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Azcapotzalco, disponible en: <http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/anuarios/Anuario2012.pdf>
- [7] Pedra R., G., (2013). DART. Comunicación personal.

## Manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en el Servicio Médico de la UAM-Azcapotzalco

Lesly Sarai Zavala Zavala, Roberto Carlos Vázquez Solís, Rosa María Espinosa Valdemar,  
Alethia Vázquez Morillas

Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco, C.P. 02200, México, D. F. Tel. 5318-2196, correo: alethia@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, cuenta con una sección de Servicio Médico, en la cual se atienden urgencias, se dan servicios de consulta, enfermería y se organizan campañas preventivas para la comunidad universitaria. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados en dicha instancia. Para ello, se realizaron dos muestreos en los que se determinó la generación y se clasificaron los subproductos. Se llevaron a cabo entrevistas, visitas al sitio y una comparación de las prácticas de manejo con lo establecido por la legislación. Se encontró que la Unidad genera 64.74 kg de residuos peligrosos biológico-infecciosos al año, con una generación *per cápita* de 3.6 g/persona/año. Aunque en general los residuos se manejan adecuadamente, el 4.8% de los biológico-infecciosos estaban ubicados en contenedores incorrectos, y se detectó que, en el caso de las inyecciones, no hay concordancia entre el número de servicios registrados y los residuos generados. Con el fin de dar un menor manejo es recomendable reforzar las tareas de capacitación, de forma que los involucrados comprendan la relevancia del manejo adecuado de estos residuos.

**Palabras clave:** *generación per cápita, universidad, RPBI*



## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, es una institución pública de nivel superior. En ella se imparten 17 licenciaturas y 24 posgrados, en los campos de la Ingeniería, las Ciencias Sociales y el Diseño. Su planta docente se compone de 1061 profesores, que, sumados a los 15,845 alumnos y a los 1,270 trabajadores administrativos, conforman una comunidad de más de 18,000 integrantes [1], [2].

La institución cuenta con una Oficina de Gestión Ambiental, dependiente de la Secretaría de Unidad que, en coordinación con alumnos, profesores investigadores y personal académico tiene la misión de impulsar el liderazgo y la innovación en el manejo sustentable del campus universitario[3]. Esta instancia, en colaboración con académicos del Departamento de Energía y con el personal administrativo encargado de las tareas de intendencia, coordina el manejo de los residuos sólidos en la Unidad.

## 2. ANTECEDENTES

La UAM Azcapotzalco cuenta desde 2003 con un programa de manejo de residuos sólidos, llamado “Separación, por un mejor UAMbiente”. En éste, como parte de la tercera etapa de implementación se contempla el manejo de los residuos de poda, otros residuos de manejo especial y peligrosos [4].

Hasta el momento los residuos peligrosos generados en la Unidad, principalmente en los laboratorios y el Servicio Médico, han sido gestionados por parte de las instancias administrativas en las que se generan. En el caso de los laboratorios de docencia e investigación esta tarea ha recaído en las Divisiones y Departamentos. En el caso del Servicio Médico la responsabilidad del manejo ha recaído en quienes laboran en dicha instancia, y la de su disposición en la Secretaría de Unidad.

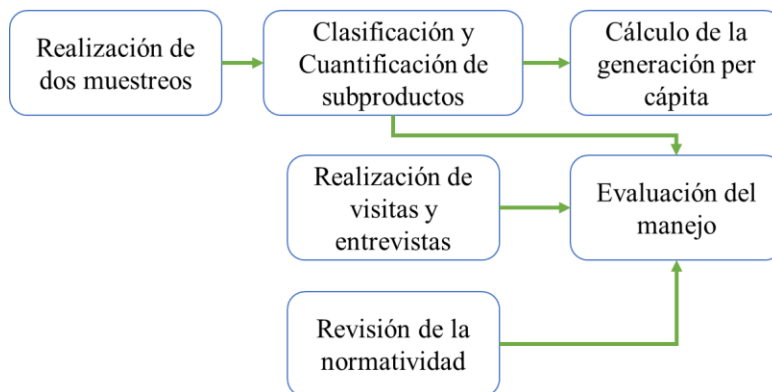
El Servicio Médico de la UAM-Azcapotzalco realiza actividades de atención a urgencias, consultas, enfermería y campañas preventivas, para toda la comunidad universitaria[5]. Durante sus actividades cotidianas el personal que labora en el mismo separa los residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) en dos tipos de contenedores:

- Bolsas rojas: residuos no anatómicos, como material de curación, recipientes con sangre fresca y jeringas con sangre sin aguja
- Contenedores rígidos: residuos punzocortantes o de vidrio que hayan estado en contacto con seres humanos

Este estudio tuvo como objetivo la determinación de la generación de los residuos biológico-infecciosos en la UAM-Azcapotzalco, así como la evaluación del manejo de los mismos.

### 3. METODOLOGÍA

Con el fin de determinar la generación y evaluar el manejo de los RPBI en el Servicio Médico de la UAM-A[6] se desarrollaron las actividades que se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Etapas de desarrollo del proyecto

#### 3.1 Muestreos

Se realizaron dos muestreos, de cinco días cada uno, en los meses de septiembre y octubre de 2013. Las bolsas y los contenedores de RPBI fueron retirados al final de cada periodo y trasladados al Laboratorio de Tecnologías Sustentables para realizar la caracterización, utilizando rutas poco transitadas.

#### 3.2 Determinación de la generación per cápita

A partir de la generación diaria y el número de integrantes de la comunidad se determinó la generación per cápita, por día y anual. Para el cálculo anual se consideró que la comunidad asiste en su totalidad a la Unidad 36 semanas al año, y que durante 10 semanas sólo se presenta el 15% de la población total.

#### 3.3 Análisis de subproductos

Los contenedores y bolsas se pesaron en una báscula digital marca OHAUS, SOCOUT PRO – 2000 x 0.1 g. Se separaron, pesaron y registraron los diferentes subproductos encontrados, incluyendo el material de fabricación de cada uno. Al finalizar la separación los residuos fueron trasladados al Centro de Acopio de la Unidad, y los contenedores devueltos a la enfermería de la Unidad. Estas actividades se realizaron el mismo día en que se retiraron los RPBI del servicio médico. Durante la recolección y clasificación de residuos los participantes utilizaron cofia, lentes de seguridad, bata desechable, guantes de látex, mascarilla y zapatos cerrados. La separación de subproductos se realizó en una campana de flujo laminar, y los residuos se manipularon con pinzas.

#### 3.4 Evaluación del manejo de los residuos

Se visitó el Servicio Médico con el fin de observar el manejo cotidiano de los residuos y se realizaron entrevistas al personal que labora en el sitio. Además se registró el número de curaciones e inyecciones aplicadas los días de realización del estudio. Finalmente se revisaron las siguientes normas para verificar el nivel de cumplimiento:

- NOM-052-SEMARNAT-2005, Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- NOM – 087 – SEMARNAT - SSA1 – 2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.
- NOM-178-SSA1-1998, Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios. (referencias)

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los muestreos se llevaron a cabo sin contratiempos, aunque durante el primero de ellos se llevó a cabo un paro estudiantil en la Universidad, que obligó a acortar el periodo a cuatro días, en vez de los cinco previstos originalmente. Los trabajadores del Servicio Médico mostraron una actitud abierta y de colaboración.

##### 4.1 Determinación de la generación per cápita

La generación anual de RPBI en la Unidad, con base en los muestreos realizados, fue de 64.74 kg (Tabla 1). Este valor es bajo si se considera el tamaño de la comunidad universitaria, y ubica al campus como un establecimiento generador de nivel I, de acuerdo con la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

**Tabla 1.** Generación de residuos peligrosos biológico-infecciosos en la UAM-Azcapotzalco

	Masa de residuos por día (kg/día)	Generación <i>per cápita</i> diaria (kg/persona/día)	Generación per cápita anual promedio (kg/persona/año)	Generación anual de la unidad (kg/año)
Muestreo 1	0.3042	$2.0 \times 10^{-5}$	$0.0036 \pm 0.0013$	64.74
Muestreo 2	0.2132	$1.19 \times 10^{-5}$		

El valor calculado se encuentra en el rango que ha sido reportado en los manifiestos de transporte e incineración de este tipo de residuos.

##### 4.2 Análisis de subproductos

Los subproductos encontrados en cada una de los muestreos, tanto en bolsas como en contenedores rígidos, se presentan en la Tabla 2. Puede observarse que la mayor proporción corresponde a gases, ampollas, jeringas y agujas, que constituyen el 70% de los materiales que son desechados como RPBI en el Servicio Médico. Esto es, la generación se deriva, en gran medida, de la aplicación de inyecciones y de las actividades de curación realizadas por el personal.

No se observó una relación directa entre el número de días que duró cada muestreo (cuatro en el primer caso, cinco en el segundo) y la masa de residuos que se generó. En ambos casos hubo una mayor generación de residuos no anatómicos que de punzocortantes, en una relación de más de tres a uno.

En la Tabla 2 se encuentran marcados en rojo los residuos que, aunque son RPBI, estuvieron ubicados en la bolsa o el contenedor de forma incorrecta. Estos corresponden al 4.8% de piezas desechadas. Si bien el hecho de haberlos identificado correctamente como RPBI garantiza que se les dará un destino adecuado, su ubicación en el recipiente incorrecto incrementa, en el caso de los punzocortantes depositados en bolsas, el riesgo durante su transporte y manejo. En la misma tabla se marcaron en verde los residuos urbanos que incorrectamente se depositaron en los recipientes de RPBI, que constituyen el 6.7% de los residuos desechados. Si bien en este caso no hay un aumento

del riesgo, si se incrementa artificialmente la masa de RPBI, y con ello el riesgo asociado a su manejo.

**Tabla 2.** Subproductos encontrados en los muestreos de residuos peligrosos biológico-infecciosos

Residuos	Muestreo 1		Muestreo 2		Total
	Bolsas	Contenedores	Bolsas	Contenedores	
Abate lengua	1		1		2
Aguja				69	140
Aguja curva		1			1
Ampolleta de plástico	4	17	5	1	27
Ampolleta de vidrio	8	27	1	50	86
Bisturí		1			1
Broche para venda				1	1
Cono	1				1
Cotonete	2		2		4
Curita	1				1
Envoltura de aguja			2		2
Envoltura de tira reactiva			3		3
Gasa	81		89		170
Guante	14		15		29
Jeringa de plástico	49		60		109
Jeringa de vidrio		3	2	5	10
Lanceta		8	1	13	22
Liga			2		2
Masking tape	1				1
Micropore	1				1
Papel	2		1		3
Sello envase	2				2
Sonda	3				3
Tapa de aluminio			1		1
Tapa de plástico	3	1			4
Tapa de vidrio	5				5
Tapón azul	2				2
Tapón de aguja	25		22		47
Tapón de ampolleta	1	42		43	86
Tapón de lanceta			1		1
Tapón de plástico	1		5		6
Tela			2		2
Tira reactiva		6	5	6	17
Torunda	37		44		81
Vidrio (trozo)		2			2
Número de residuos	244	179	264	188	875
Masa (kg)	0.924	0.2927	0.8733	0.1926	2.2826

#### 4.3 Evaluación del manejo de los residuos

Aunque en general se puede considerar que el manejo de los RPBI generados en el Servicio Médico es adecuado, se detectaron algunas situaciones que podrían causar problemas. Una de ellas es la ubicación incorrecta de residuos que se describió en la sección anterior, que aumenta tanto el costo del manejo como el riesgo derivado del manejo de este tipo de residuos.

Al comparar el número de servicios registrados con los residuos generados (Tabla 3), se observó que no existe consistencia entre los mismos. En los dos muestreos se encontraron en los residuos más jeringas que el número de inyecciones que oficialmente se aplicaron. Esto sólo puede explicarse mediante la prestación de servicios que no son registrados en los formatos correspondientes. La situación es grave, pues el Servicio Médico realiza tareas delicadas, que en determinados casos podrían incluso tener implicaciones legales. En este contexto, resulta muy importante que el personal se apege a los procedimientos establecidos.

**Tabla 3.** Comparación de servicios realizados y residuos generados

Rubro	Muestreo 1	Muestreo 2
Inyecciones registradas	43	56
Jeringas encontradas	52	65
Agujas encontradas	71	69

Además de lo anterior, puede observarse en la Tabla 3 que el número de jeringas y agujas encontradas no coincide. De esto puede deducirse que no todas las jeringas fueron depositadas en el contenedor correspondiente. Las jeringas que fueron utilizadas pueden contener residuos de medicamentos, que en sí mismos pueden constituir un riesgo para la población en el corto plazo, y contribuir a la toxificación general del ambiente.

De las entrevistas realizadas se encontró que la última capacitación para el personal se llevó a cabo en 2010, por lo que es posible que durante el periodo se haya incorporado a nuevos trabajadores que no hayan recibido un entrenamiento formal relacionado con el manejo de los residuos.

#### 5. CONCLUSIONES

El manejo de RPBI en el Servicio Médico de la UAM-Azcapotzalco puede considerarse adecuado, aunque se detectan áreas que deben ser reforzadas, cómo la correcta identificación de los diferentes tipos de RPBI y el conocimiento de los riesgos asociados a su mal manejo.

Lo anterior puede realizarse a través de la generación de un programa permanente de capacitación y de la generación de materiales informativos que permitan que los trabajadores conozcan los aspectos básicos del manejo de este tipo de residuos.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo brindado por el personal del Servicio Médico y la Secretaría de Unidad de la UAM-Azcapotzalco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco. 2015. Anuario estadístico 2014.
- [2] Universidad Autónoma Metropolitana. 2014. Personal Administrativo definitivo de la UAM por unidad 2013 (Fecha de consulta: 28 de abril de 2015). Disponible en: [http://www.uam.mx/transparencia/paac/pac\\_2013.html](http://www.uam.mx/transparencia/paac/pac_2013.html).
- [3] Secretaria de Unidad de la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. 2015. Informe de actividades 2014.
- [4] Espinosa-Valdemar R. M., García-García B. A., Vázquez-Solís R. C., Cisneros-Ramos A. de la L., Vázquez-Morillas A., y Velasco-Pérez M., 2013. “Waste Generation and Composition in a Mexican Public University,” *Am. J. Environ. Eng.*, vol. 3, no. 6, pp. 297–300.
- [5] Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. 2015. Sección de servicio médico, Coordinación de Servicios Universitarios (Fecha de consulta: 28 de abril de 2015). Disponible en: [http://www.azc.uam.mx/administrativos/serv\\_universitarios/serv\\_medico.php](http://www.azc.uam.mx/administrativos/serv_universitarios/serv_medico.php).
- [6] Zavala Zavala, L. S. 2013. Evaluación del manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos en la enfermería de la UAM-A. Proyecto terminal de Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco.



**Programa del Encuentro  
Académico sobre Manejo de  
Residuos en Universidades**

## Presentaciones orales

	9:30-10:00	<b>Inauguración</b>		
1	10:00-10:25	El manejo de los RSU en Iztacala-UNAM	Conrado Ruiz Hernández Alma Delia Lupercio Lozano	Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
2	10:25- 10:50	Primera etapa del programa de manejo integral de residuos de la FESI-UNAM	Alfonso Reyes Olivera Carlos Palacios Díaz Ángel Corchado Vargas	Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
3	10:50-11:15	“Cambiar para Mejorar”: El Programa SeparAcción en la UAM-C	Miriam Alfie Cohen	Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa
	11:15-11:30	<b>RECESO</b>		
4	11:30-11:55	Aprovechamiento integral de residuos sólidos en el Instituto Tecnológico de Toluca	Isaías De La Rosa Gómez María del Consuelo Hernández Berriel María del Carmen Carreño de León Leticia Colón Izquierdo	Instituto Tecnológico de Toluca
5	11:55- 12:20	Aprovechamiento de los residuos orgánicos en el Instituto Tecnológico de Toluca	María del Consuelo Hernández Berriel Isaías de la Rosa Gómez María del Carmen Carreño de León Leticia Colón Izquierdo Gloria Irene Carmona Chit	Instituto Tecnológico de Toluca, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
6	12:20- 12:45	Gestión integral de residuos sólidos en la Universidad Veracruzana	Eric Houbbron Gloria González Antonio Pensado Esther Serrano Víctor Buendía Miguel Escalona Lázaro Sánchez	Facultad de Ciencias Químicas, Coordinación para la Sustentabilidad, Instituto de Ingeniería Universidad Veracruzana



	12:45-13:00	<b>RECESO</b>		
7	13:00-13:25	Propuesta de manejo de residuos eléctricos y electrónicos en la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Ingeniería, UNAM	Constantino Gutiérrez Palacios	Facultad de Ingeniería, UNAM
8	13:25-13:50	Programa Institucional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable en la Universidad Autónoma de Nayarit	Claudia Estela Saldaña Durán Sarah Ruth Messina Fernández Silvia Lucero Vázquez Rea Marintia Elizabeth Crespo Zuira	Universidad Autónoma de Nayarit
9	13:50-14:15	Diagnóstico inicial de la generación de los residuos sólidos en la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana	Griselda González Cardoso Rocío Jiménez Hernández Beatriz Alejandra Garcia Garcia	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
10	14:15-14:40	Evaluación del Programa “Separación por un mejor UAMambiente” Avances y retos	Rosa María Espinosa Valdemar Sylvie Turpin Marion Alethia Vázquez Morillas Roberto Carlos Vázquez Solís Alfonso de la Torre Vega Adriana de la Luz Cisneros Ramos	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
	14:40-16:00	<b>COMIDA Y VISITA A EXPOSICIÓN CARTELES</b>		
	16:00-17:45	Discusión		
	17:45: 18:00	Conclusiones y Clausura		

## Presentaciones en cartel

<b>Título trabajo</b>	<b>Autores</b>	<b>Institución</b>
Cuantificación de residuos electrónicos: un trabajo Interinstitucional	María del Consuelo Mañón Salas María del Consuelo Hernández Berriel Martha Montes de Oca Herrera Samantha E. Cruz Sotelo Guillermina Gómez Beltrán	Instituto Tecnológico de Toluca, Universidad Politécnica del Valle de Toluca, Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca
Manejo de residuos de lámparas fluorescentes en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco	Marianna Mancebo del Castillo Reyes Alethia Vázquez Morillas Maribel Velasco Pérez Rosa María Espinosa Valdemar	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
Composteo de residuos de jardinería en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco	Juan Carlos Álvarez Zeferino	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
Generación y alternativas para el manejo de los residuos de poliestireno expandido en la UAM Azcapotzalco	Luis Alberto Mora Ramírez Alethia Vázquez Morillas Margarita Beltrán Villavicencio	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
Manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos en el Servicio Médico de la UAM-Azcapotzalco	Lesly Sarai Zavala Zavala Roberto Carlos Vázquez Solís Rosa María Espinosa Valdemar Alethia Vázquez Morillas	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco