

# Lineamientos Base para Elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca, Estado de México

## *Base Guidelines for Developing a Comprehensive Plan Solid Waste Management in Ixtlahuaca, State of Mexico*

José Manuel Romero-Cuero  
Juan Roberto Calderón-Maya  
Ana María Marmolejo-Uribe\*

Recibido: abril 28 de 2015

Aceptado: octubre 26 de 2015

### Resumen

El presente trabajo trata de dar a conocer la situación actual del municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, en cuanto a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, ya que en la actualidad carece de infraestructura y de herramientas necesarias para desempeñar sus actividades de recolección, transferencia, transporte y disposición final; para ejecutar dicha gestión, se muestra una serie de alternativas. El método utilizado es la recolección mediante paradas fijas, la implementación de contenedores fijos en puntos clave y la realización de micro rutas alrededor del territorio municipal en puntos estratégicos, donde se dificulta brindar el servicio por la lejanía, las condiciones geográficas, el desgaste de la maquinaria o la poca población que demanda el servicio, lo que favorece el costo-beneficio para las autoridades municipales y el cumplimiento de ofrecer el servicio a la población municipal.

**Palabras clave:** población, Residuos Sólidos Urbanos, micro ruta.

### Abstract

The present work is talking about to raise awareness about the current situation of the municipality of Ixtlahuaca in Mexico State in regard to the comprehensive management of solid waste, at the present municipality lacks infrastructure and tools necessary to carry out its activities of harvesting, transference, transport and final disposition, the time appear a series of alternatives to be able to execute this management. The method to use is the harvesting by fixed stops, the deployment of fixed containers, and the implementation of micro routes around the municipal territory, established at strategic points, where it is difficult to provide the service by remoteness, geographical conditions, wear and tear of machinery or a few population demand service, which favors the cost-benefit to the municipal authorities, and the fulfillment to offer the service to the municipal population.

**Keywords:** population, municipal solid waste, micro route.

\* Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: lcamr05@gmail.com

## Introducción

El crecimiento demográfico que experimenta el país, en especial el Estado de México, los distintos tipos de actividades económicas que se desempeñan en el territorio y la carencia de educación ambiental han dado como resultado un incremento notablemente en la producción diaria de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Del siglo XX al XXI la población ha cambiado su comportamiento de oferta, demanda y consumo de servicios. En México, este cambio ha ocasionado que del total de residuos sólidos producidos en el país en la década de los cincuenta se haya incrementado a poco más del tripe pasando de 300 gramos diarios a 1.0 kg diario (SEMARNAT, 2010).

Actualmente, la falta de coordinación de los distintos actores que involucra el tema de los RSU ha hecho que se desencadenen distintos problemas sociales, económicos, y ambientales; por ello, en varios países del mundo se han llevado a cabo diversos foros internacionales generado un conjunto de principios rectores de las políticas internacionales y nacionales.

Algunos países de América Latina han realizado esfuerzos a escalas nacional y local para resolver el problema de los RSU. Se encuentran diversos casos exitosos sobre Programas y Políticas del manejo de RSU destacando entre ellos la “Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos” de Perú, que incorpora los aspectos legales, sociales, políticos, técnicos y ambientales. Además de proyectos de gestión sustentable como el de Argentina en 2007, denominado “Proyecto para un manejo integral de los residuos sólidos urbanos”.

Para el caso de México, se cuenta en el ámbito federal con la “Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos”, cuyo objetivo es facilitar el cumplimiento de la “Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos” mediante un conjunto de etapas que permiten elaborar los programas municipales para la prevención y la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

La siguiente investigación tiene como objetivo proponer un plan de gestión integral de residuos sólidos a través de un diagnóstico, con el fin de disminuir el impacto negativo al medio ambiente producido por el manejo inadecuado de los RSU en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México.

## Residuos Sólidos Urbanos (RSU), su conceptualización

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2007), se puede definir a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) como todos aquellos restos que provienen de actividades animales y humanas, normalmente desechados como inútiles o superfluos, susceptibles de ser desechados en estado sólido, semisólido o semilíquido y en algunos casos poseen propiedades como materia prima para distintos usos.

Sin embargo, el tema central de la presente investigación son los RSU, los cuales son definidos de acuerdo con el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Estado de México (2009) como los residuos generados por la eliminación de los materiales utilizados en hogar, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades, considerándose además los de la limpieza de vías públicas, zonas verdes y recreativas.

Dichos residuos deben atenderse de una manera eficiente, correcta y oportuna; por ello, en los últimos años se ha acotado sobre una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, que puede ser definida como aquella disciplina asociada al control de la generación, al almacenamiento, a la recolección, a la transferencia, al transporte, al procesamiento y a la disposición final de los RSU, evitando una disposición inadecuada en lugares no aptos, favoreciendo así su tratamiento y, posteriormente, su reciclaje (SMAGEM, 2009). La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos tiene como propósito fundamental controlar las siguientes etapas (Tchobanoglous, 1994):

- **Generación de residuos:** abarca las actividades en las que los materiales son identificados sin ningún valor adicional; son tirados o recogidos juntos para la evacuación. En esta etapa hay un paso de identificación y reciclaje,<sup>1</sup> el cual varía con cada residuo en particular.
- **Manipulación de residuos, separación, almacenamiento y procesamiento en el origen:** la manipulación y la separación de residuos involucra las actividades asociadas con la gestión integral de residuos hasta que éstos son colocados en los contenedores de

<sup>1</sup> En el proceso de Identificación y Reciclaje, el productor del desecho identifica el tipo de residuo que está produciendo, si es orgánico o inorgánico, ya que si es orgánico puede depositarlo en un sitio abierto (jardín o composta) para su posterior degradación, de lo contrario si el residuo es inorgánico el productor valorara su reusó, reciclaje o disposición final.

almacenamientos; la manipulación incluye el movimiento de los contenedores hasta el punto de recogida; la separación es sin duda un paso importante durante el proceso, ya que es donde se puede asignar un valor monetario a los residuos dando pie a la reutilización y al reciclaje. Por su parte, el almacenamiento debe tratarse como un proceso prioritario respecto a la precaución de salud pública que de ello deriva, además de sus consideraciones estéticas. Los desagradables contenedores improvisados o al aire libre son indeseables para la población y es que el costo del equipo para el almacenamiento de los RSU son elevados. El procedimiento incluye actividades como el de compactación<sup>2</sup> y el compostaje.<sup>3</sup>

- **Recogida:** esta etapa no sólo abarca la recogida de los RSU de los lugares públicos como calles, plazas, centros comerciales o casas habitación, sino también el traslado correspondiente del transporte de los RSU a las distintas estaciones de transferencia, dicho servicio puede ser realizado por la dirección de servicios públicos de cada uno de los H. Ayuntamientos y si así no lo fuese es concesionado a particulares, los cuales son retribuidos económicamente por parte de quienes reciben el servicio.
- **Separación, procesamiento y transformación de los Residuos Sólidos:** se presenta en dos tipos los que ya fueron separados desde su origen y los que aún no han sido seleccionados que posteriormente tienen lugar en las estaciones de transferencia. El procedimiento incluye: separación de objetos voluminosos; la separación de los componentes de los residuos por su tamaño, utilizando cribas; la separación manual de componentes de los mismos residuos; la reducción del tamaño mediante la trituración; la separación de metales féreos utilizando imanes; la reducción del volumen por compactación y la incineración.
- **Transferencia y transporte:** este proceso se divide en dos: la transferencia normalmente tiene lugar en las estaciones de transferencia, el cual, a su vez, es asistido por el transporte que puede ser proporcionado

---

<sup>2</sup> Compactación: de acuerdo con la SEMARNAT, la compactación de residuos es una medida efectiva para su reducción del volumen incrementando la vida del relleno sanitario y mejorando la evolución del residuo para su estabilización en las condiciones óptimas. También se reducen los impactos producidos por los animales, peligro de fuego y se minimizan los asentamientos.

<sup>3</sup> Compostaje: mecanismo mediante el cual se crea abono de tipo orgánico, formado por la descomposición, degradación o mineralización de materiales orgánicos de forma natural en el medio ambiente, trayendo como resultado la mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, la retención de humedad y el amortiguamiento de los cambios de Ph. (SEMARNAT, 2010).

por el ayuntamiento o, en su defecto, es concesionado por alguna empresa particular; estos vehículos pueden ser camionetas tipo redilas o góndolas; y el incremento de la eficiencia del servicio de recolección de residuos sólidos a través de su sistema de transporte y en la disminución del tiempo, favoreciendo así el flujo constante y adecuado de los RSU.

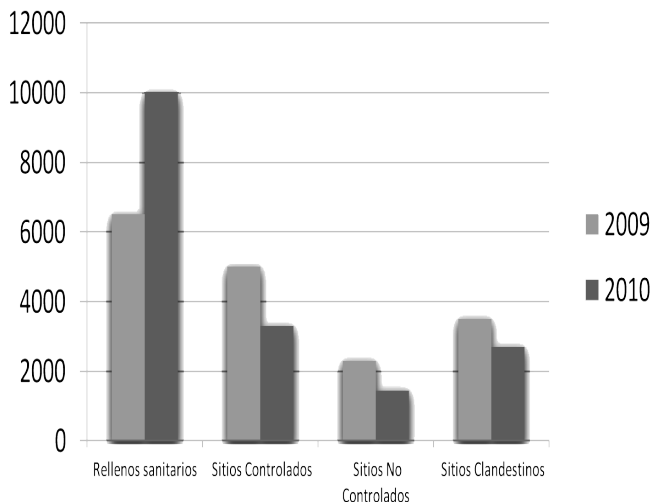
- **Evacuación:** hoy en día este proceso se efectúa mediante vertederos controlados, los cuales no son un sinónimo de basurero, ya que es una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de los RSU en el suelo o dentro del manto de la tierra, sin crear incomodidades o peligros para la seguridad o salud pública, bajo la NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

El Bando Municipal del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, en su Artículo 97, Fracción III, se menciona que: *“De conformidad con lo dispuesto por el artículo 115, fracción III de la Constitución Federal; 125 de la Ley Orgánica y tomando en cuenta las necesidades del Municipio, son servicios públicos municipales de manera enunciativa y no limitativa la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos”*, sin embargo, la falta de planeación estratégica, de presupuesto tanto estatal como federal, de la continuidad en programas ambientales y de suficiente infraestructura municipal dificulta la correcta Gestión Integral de los RSU, trayendo consigo el inadecuado manejo de los residuos, causado por la ineficiente segregación, recolección, transporte y disposición final, los cuales conllevan al deterioro ambiental, reflejado principalmente en la degradación del suelo, contaminación de acuíferos, riesgo de incendios y arrastre de residuos, afectando significativamente la salud humana de la población expuesta.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), manifestó que en el año 2010 el Estado de México generó 15,339.45 toneladas al día de RSU, lo que representa el 16.7% generado del total del país, equivalente a lo producido por 13 entidades, esto derivado de problemas como el aumento poblacional, la participación activa del sector informal, los pocos terrenos apegados a la normatividad; altos costos de operación; rechazo ciudadano y limitaciones económicas de los Ayuntamientos, lo que ocasiona que se incremente la recepción en los sitios del Estado de México, disminuyendo su vida útil.

Por otra parte, el INEGI (2010) establece que el 80% de los RSU producidos en el Estado de México se depositan adecuadamente en rellenos sanitarios o sitios de disposición final, ya que en el año 2009, 10,153 ton/día de RSU fueron dispuestos adecuadamente y para 2010 se incrementó a 12,304 ton/día, tal como lo muestra la siguiente tabla:

**Gráfica 1. Disposición de los RSU en el Estado de México**



Fuente: elaboración con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

A nivel local, sólo 35 de los 125 municipios del Estado de México cumplen con la separación y la disposición final de la basura de los RSU; sin embargo, en la última década se han implementado acciones en la materia y se han ejecutado los siguientes programas (SEMARNAT, 2010):

1. Plan de regularización del relleno sanitario municipal Atizapán de Zaragoza
2. Sistema para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Valle de Toluca (Instrucción Especial IE-236)

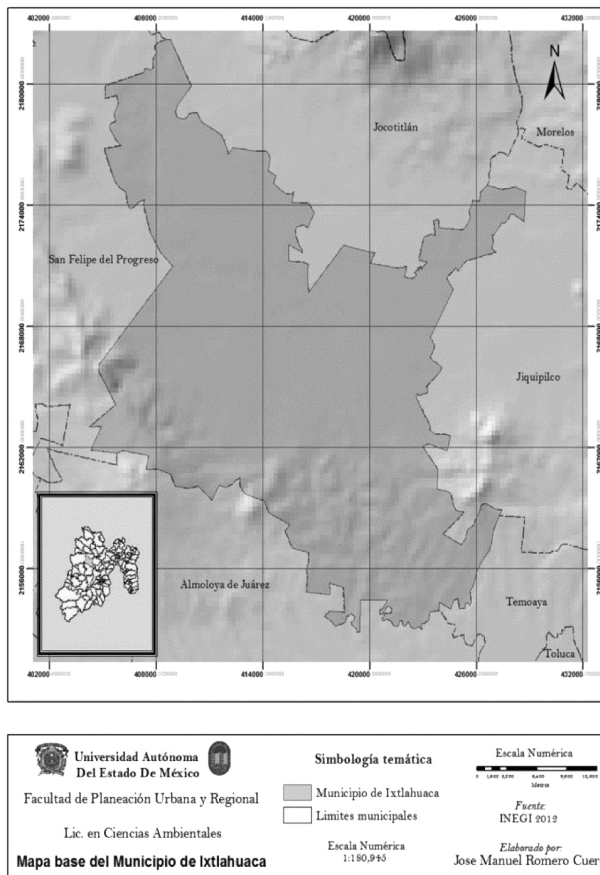
En este contexto, para disminuir los problemas ambientales, de salud, sociales y económicos que implican el manejo inadecuado de los RSU, se debe elaborar un programa de gestión municipal de residuos sólidos, que sirva como plan estratégico de gestión, para garantizar la seguridad de la población y minimizar los riesgos de contaminación al ambiente.

## Caracterización del proceso de gestión de RSU en Ixtlahuaca

En la presente investigación se definió como zona de estudio al municipio de Ixtlahuaca durante el periodo de 2010 a 2012, realizando trabajo de campo en las localidades más representativas del municipio, así como analizando las características sociales, económicas y políticas que influyen en la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

El municipio de Ixtlahuaca se encuentra ubicado al noroccidente del Estado del Estado de México formando parte de la región II; colinda al norte con Jocotitlán, al sur con Almoloya de Juárez, al este con Jiquipilco y Temoaya y al oeste con San Felipe del Progreso, teniendo una superficie de 334.64 km<sup>2</sup> (ver mapa 1).

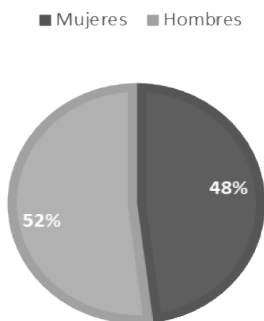
**Mapa 1. Mapa de ubicación**  
**Mapa base del Municipio de Ixtlahuaca**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2012).

Con base en el Censo de Población y Vivienda del 2010, el municipio de Ixtlahuaca cuenta con 141,482 habitantes distribuidos de la siguiente forma:

**Gráfica 2. Población total del municipio de Ixtlahuaca**  
**POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO DE**  
**IXTLAHUACA**

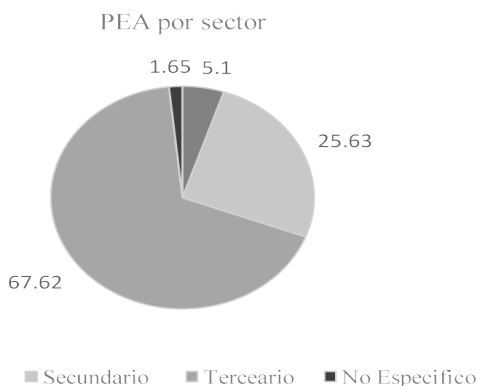


Fuente: elaboración con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

### **Población Económicamente Activa (PEA)<sup>4</sup>**

Con base en el Censo de Población y Vivienda del 2010, la PEA presente en el municipio corresponde a 51,676 personas, de las cuales 49,107 se encuentran ocupadas mientras que 2,569 están desocupadas. De acuerdo con los datos anteriores, se calcula una tasa ocupacional del 98.8%, lo cual es positivo, ya que indica fuentes de empleo internas o externas al municipio permitiendo la percepción de ingresos por parte de la población.

**Gráfica 3. PEA por sector**



Fuente: elaboración con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

<sup>4</sup> La Población Económicamente Activa (PEA) hace referencia a las personas en edad de trabajar o desempeñar alguna actividad productiva en el periodo en el cual se realizó el censo o que bien no contaban con una ocupación pero que estaban buscando emplearse en alguna actividad económica.



Por otra parte, en el municipio Ixtlahuaca existen caminos y tramos carreteros que operan bajo un nivel mínimo de capacidad y servicio debido a que existen limitados recursos presupuestales para su mantenimiento, lo cual dificulta la movilidad y su conexión con su entorno.

Las carreteras con las que está conectado el municipio son: la autopista Toluca-Atlacomulco, la libre Toluca-Atlacomulco, la estatal a Jiquipilco, la carretera a San Felipe del Progreso y ocho regionales más que comunican entre sí al propio municipio.

De acuerdo con datos obtenidos de la Dirección de Servicios Públicos del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca en 2010, la producción diaria de RSU fue de 75 toneladas al día, sin embargo, debido a la presencia del mercado, los días lunes las toneladas aumentan hasta 80.

Estos datos únicamente son estimaciones, ya que dentro del municipio sólo se realiza el barrido manual, la recolección y el traslado al sitio de disposición final; dentro de la organización municipal, se da una recolección por rutas que son dadas por el director de servicios públicos, el cual tiene a su cargo a 11 choferes, una barredora “tennant 5400” y una de succión “elgin geovac” (ambas barredoras se encuentran fuera de servicio), 18 barrenderos, 7 auxiliares de limpieza y 9 personas de servicios generales, dichas rutas abarcan 53 localidades, lo que corresponde a un 84% del territorio municipal.

Para el barrido manual, el municipio tiene una plantilla 18 barrenderos; cada uno de ellos con una escoba, un recogedor y un carrito recolector con una capacidad para la recolección de 200 kg de RSU/día, además, se les proporciona uniforme cada seis meses; este tipo de barrido sólo se realiza en el primer cuadro de la cabecera municipal.

El municipio no cuenta con ningún sistema de comercialización de los RSU, ya que, al no existir un almacén temporal, no se da esa clasificación de los residuos, sin embargo, existe una valorización<sup>5</sup> por parte de los trabajadores de los camiones de recolección con la finalidad de obtener un ingreso extra, separando PET, aluminio, cartón, vidrio, periódico y papel en general.

---

<sup>5</sup> Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, la recuperación del valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen del residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de correspondencia, manejo integral y eficiencia ambiental tecnológica y económica, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente (Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México, 2009).

**Cuadro 1. Etapas de gestión integral de los RSU en Ixtlahuaca**

Etapa	Consideraciones
Generación	Se refiere a la cantidad de residuos de composición orgánica o inorgánica producidos por una determinada fuente en un intervalo de tiempo establecido.
Recolección	Específicamente, los gobiernos municipales o locales son los responsables inmediatos de la prestación del servicio de recogida y transporte de los residuos municipales, bajo la lógica siguiente: Reducir al máximo la permanencia de los residuos en las fuentes de origen para evitar que el volumen de los residuos y sus olores causen incomodidades a los residentes, y establecer un sistema de recogida (método y frecuencia) que sea práctico y económico).
Transferencia	Define la acción de trasladar los residuos desde las unidades recolectoras a vehículos de superior capacidad —por ejemplo: trailer, vagones o arcos— con el propósito de transportar mayor cantidad de residuos hacia los centros de tratamiento o sitio de disposición final.
Disposición final	La última tarea operacional del servicio de aseo público es la disposición final, cuyo principal propósito es el confinamiento definitivo y controlado de los residuos, provenientes de la recogida urbana, instalaciones de recuperación y procesamiento de materiales, en sitios y condiciones apropiadas, para evitar daños en el ecosistema y propiciar su adecuada estabilización.

Fuente: elaboración propia con base en recorrido de campo (2012).

### **Problema de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por cada etapa de la gestión en Ixtlahuaca**

En cuanto a la generación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), el consumo de productos que contengan bolsas, envolturas o cajas, aunado a la falta de programas impulsados por el H. Ayuntamiento municipal, ONG'S o instituciones educativas, ha hecho que dentro del territorio no se dé una adecuada gestión integral de RSU.

Para el caso de un almacenamiento temporal, el municipio no cuenta con infraestructura destinada al alojamiento parcial de los residuos sólidos urbanos y, por ello, al llegar el vehículo al sitio de disposición final, los residuos se encuentran embolsados y revueltos sin pasar por la separación.

El barrido que se da en el municipio es de manera manual por lo que el tiempo de ejecución aumenta y sólo se da en el primer cuadro, sumando que las barredoras mecánicas se encuentran sin mantenimiento.

En la recolección se tienen 12 vehículos operando; 9 con una capacidad de siete toneladas mientras que los restantes son de tres toneladas, cubriendo sólo el 80% del servicio, lo cual dificulta de manera significativa la etapa de recolección por la poca capacidad de los vehículos y que además no cuentan con separación de los propios residuos, es decir, se tiene que depositar el 100% de los residuos que se recolectan en un mismo contenedor sin contar con un tratamiento antes o después de llegar al sitio de disposición final, ocasionando una descomposición de los residuos que llega a contaminar suelo o subsuelo mediante infiltraciones de lixiviados.

Una debilidad por parte del H. Ayuntamiento municipal es la educación ambiental, ya que no se realizan talleres ni exposiciones que motiven la generación de una actitud positiva a la población para cuidar su medio ambiente; tampoco se cuenta con programas municipales que fomenten la recolección, separación o reciclaje de los residuos sólidos, esto tal vez se deba a que dentro del municipio no se tenga presencia de ningún grupo ambiental que de manera coordinada tenga trabajos con el propio gobierno municipal o con la comunidad.

**Cuadro 2. Problemas en el municipio de Ixtlahuaca**

Etapa	Problema
Generación	La falta de concientización de la población para la realización de sus actividades dentro del municipio de Ixtlahuaca. No se cuenta con programas estatales o federales que ayuden a la minimización de las toneladas generadas.
Recolección	La falta de vehículos y de personal de limpieza impiden que la recolección se dé en su totalidad; por ejemplo, aunque el municipio cuenta con barredoras eléctricas, éstas se encuentran en reparación desde hace un par de administraciones pasadas. Otro factor es el de las vialidades, ya que, si bien se cuenta con pavimentados en la zona centro del municipio de Ixtlahuaca, para el caso de comunidades lejanas, los caminos son de terracería y con pendiente pronunciada, lo cual dificulta el acceso a las unidades de limpia.
Transferencia	En la actualidad no se tiene la capacidad para realizar la transferencia de manera autónoma, ya que se cuentan con camiones concesionados por particulares o mejor conocidos como góndolas, las cuales reciben una ganancia económica que paga el H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca; además, tampoco se tiene un sitio de transferencia establecido con lo cual los recorridos de los vehículos van de sur a norte donde se encuentra el sitio de disposición final.
Disposición final	No se cuenta con un programa ni un proyecto para la elaboración de un relleno sanitario ya sea municipal o concesionado; por eso, en la actualidad los residuos son trasladados al municipio de Jocotitlán.

Fuente: elaboración propia con base en información documental y de trabajo de campo (2012).

## **Estrategias para la elaboración de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca**

En este apartado se describe las principales estrategias para el manejo integral de los residuos sólidos del municipio de Ixtlahuaca, con la finalidad de plantear los sitios de almacenamiento temporal, el tipo de recolección, su transferencia, el transporte, su tratamiento, su disposición final y operaciones para su óptimo funcionamiento en cuanto al manejo integral de los residuos sólidos.

Una vez identificado el sistema de limpia en cuanto a su ejecución limitante y posibilidades, se debe plantear una propuesta que contenga una estrategia para perfeccionar los procesos actuales y hacer eficiente y eficaz el trabajo del sistema de limpia que se lleva a cabo; para ello, podemos recurrir a la planeación estratégica, la cual funge como un instrumento que contempla la manera tradicional de planeación participativa respecto al futuro de situaciones actuales, no sólo previendo el camino que se lleva, sino también anticipando el rumbo y, en algunos casos, cambiando su dirección (Gutiérrez, 2000).

Se resalta que se incorpora la planeación estratégica al Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, con el objetivo de sistematizar y dar coherencia a las acciones y propuestas que se efectúan para el municipio, incorporando de manera participativa a la sociedad obteniendo un beneficio común y un menor impacto ambiental.

### **Propuesta de micro rutas para la recolección de RSU en el municipio de Ixtlahuaca**

El propósito de este apartado es realizar un diseño de micro rutas alrededor de las localidades urbanas dentro del municipio, contribuyendo a la ampliación de la cobertura del servicio de recolección de RSU mediante un sistema de selección.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el método más efectivo y que se retoma en esta investigación es el de esquina o de parada fija, el cual localiza y opera contenedores fijos con su debida selección (orgánica e inorgánica) en sitios estratégicos, cubriendo así mayor superficie y siendo más eficiente y cómodo para la población; en dicho método es recomendable tener vehículos de carga trasera sin importar que sea manual o mecánica, siempre y cuando tenga accesibilidad a las vías de comunicación.

El camión recolector esperará un periodo aproximado de 15 minutos para que los usuarios se formen y depositen sus residuos. Se recomienda que no exista una política tarifaria informal utilizada por la mayoría de los trabajadores del servicio de limpia y recolección.

La frecuencia de recolección selectiva de los RSU propuesta será de cada tercer día, ya que, de acuerdo con el diagnóstico del municipio, la generación per cápita de la población aproximadamente es de 1.0 kg al día; por tanto, no es necesario pasar diariamente y así se da tiempo a que la población reúna una cantidad significativa y sea rentable el costo de traslado.

Se eligió el tipo de micro ruta por localidad, tomando como referencia el tipo de traza urbana, el tipo de las calles, el equipo de recolección con el que se cuenta actualmente, el número de población por localidad que se tiene y la cantidad de RSU generados por la población; dicha propuesta de micro rutas aplicarían en las 14 localidades del municipio de Ixtlahuaca quedando de la siguiente manera.

**Cuadro 3. Localidades y micro rutas en Ixtlahuaca**

Localidad	No. de micro ruta
Ixtlahuaca de Rayón (cabecera municipal)	Micro ruta 1
San Bartolo del Llano	Micro ruta 2
Santa María del Llano	Micro ruta 3
Santo Domingo de Guzmán	Micro ruta 4
Emiliano Zapata (Santo Domingo)	Micro ruta 5
San Juan de las Manzanas:	Micro ruta 6
San Jerónimo Ixtapantongo:	Micro ruta 7
Santa Ana Ixtlahuaca (Santa Ana Ixtlahuacingo)	Micro ruta 8
Guadalupe Cachi:	Micro ruta 9
Santa Ana la Ladera:	Micro ruta 10
San Pedro los Baños:	Micro ruta 11
La Concepción los Baños:	Micro ruta 12
San Cristóbal los Baños:	Micro ruta 13
Barrio de San Pedro la Cabecera:	Micro ruta 14

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo (2012).

No obstante, para el caso de esta investigación, sólo se hará mención de las tres localidades más importantes del municipio de Ixtlahuaca, donde se explica la localización estratégica de contenedores con sus debidas separaciones para almacenar residuos orgánicos e inorgánicos, las paradas fijas de recolección, los horarios promedios y los días de recorrido para cada localidad.

**Micro ruta 1: Ixtlahuaca de Rayón (cabecera municipal)**

De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda 2010, la población que radica en la cabecera municipal de Ixtlahuaca asciende a 6,934 habitantes, y tomando como referencia que el promedio de generación per cápita de RSU es de 1.0 kg al día por habitante, y que diariamente se están generando en Ixtlahuaca 6.954 toneladas por día, se propone la instalación y la operación de cinco contenedores debidamente adaptados para almacenar residuos orgánicos e inorgánicos en puntos estratégicos y de fácil acceso para la población, con la finalidad de completar al máximo la cobertura del sistema de recolección dentro de la cabecera municipal.

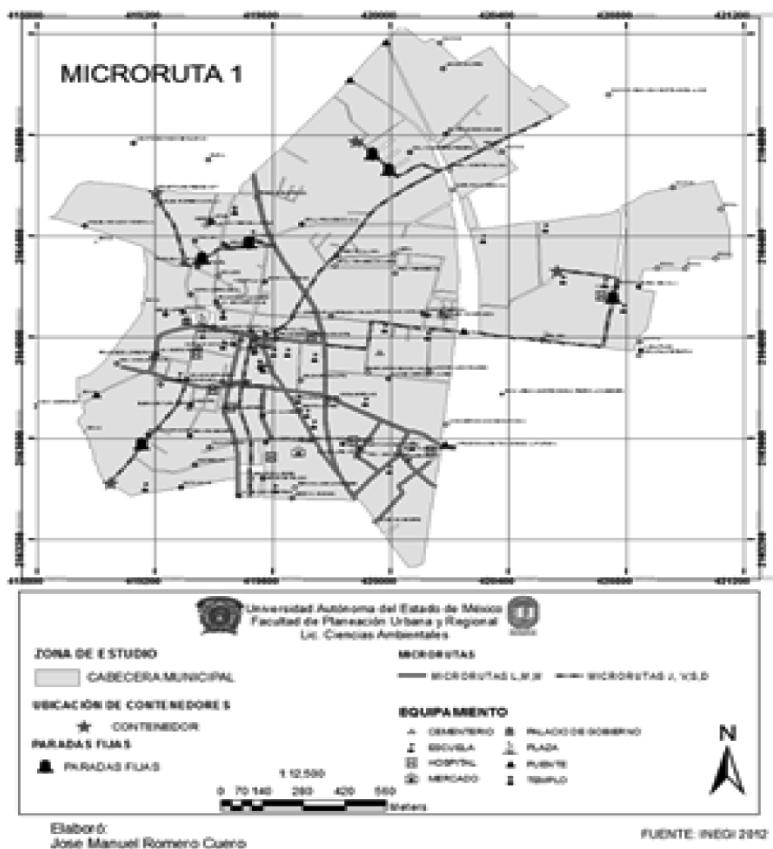
Con información del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, el servicio de recolección selectiva de RSU se brinda de martes a domingo, ya que los días lunes es cuando se coloca el mercado, por lo cual la dirección de servicios públicos cubre dicha actividad todos los lunes del año.

**Cuadro 4. Ficha técnica de la Micro ruta 1**

<i>Número de contenedores</i>	<i>Días y hora estimada de recolección</i>	<i>Número de paradas fijas</i>
5	Lunes (8:00-10:00)	6
	Martes (9:00 am)	
	Miércoles (12:00 a 13:00)	
	Jueves (9:00 a 12:00)	
	Viernes (9:00 a 13:00)	
	Sábado (9:00 a 12:00)	
	Domingo (10:00 a 12:00)	

Fuente: elaboración propia con base en campo (2012).

Mapa 2. Micro ruta 1



Fuente: elaboración con base en INEGI (2012) y recorrido de trabajo de campo.

### Micro ruta 2. San Bartolo del Llano

Según el Censo General de Población y Vivienda 2010, la población de la localidad urbana de San Bartolo del Llano es de 12,227 habitantes, teniendo una cobertura prevista de 12.227 toneladas por cada día de recolección.

Se propone la localización y la operación de un contenedor (adaptado para recibir residuos orgánicos e inorgánicos) en un punto estratégico identificado fácilmente por la población, el cual es de libre acceso y facilita el paso a los vehículos de servicios públicos, facilitando así la recolección de los RSU.

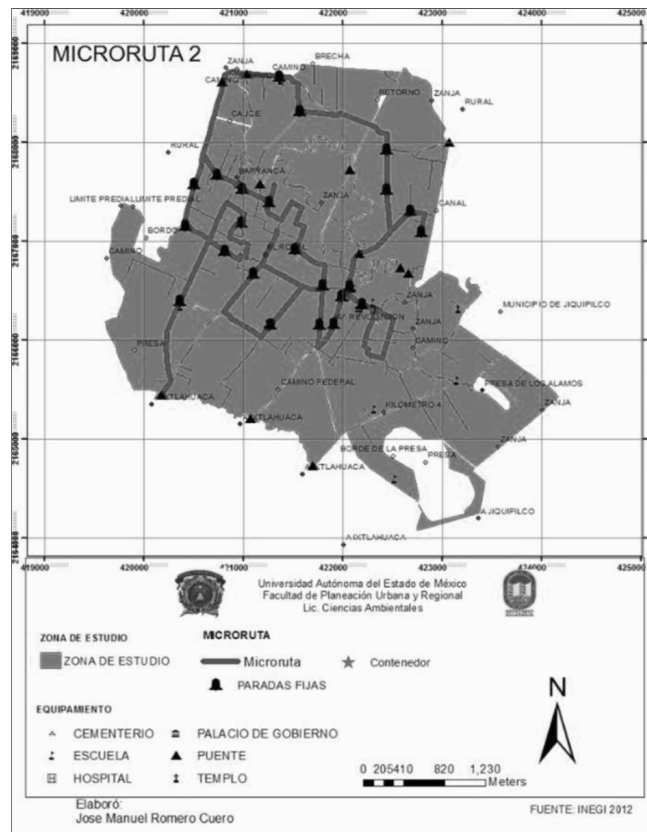
El servicio de recolección selectiva de RSU pasará los martes, jueves y sábados de cada semana en horarios preestablecidos, realizando 23 paradas fijas.

**Cuadro 5. Ficha técnica de la micro ruta 2**

<i>Número de contenedores</i>	<i>Días y hora estimada de recolección</i>	<i>Número de paradas fijas</i>
<b>1</b>	Martes (9:00 a 12:00)	23
	Jueves (9:00 a 12:00)	
	Sábado (9:00 a 12:00)	

Fuente: elaboración propia con base en campo (2012).

**Mapa 3. Micro ruta 2**



Fuente: elaboración en base a INEGI, (2012) y recorrido de campo.

**Micro ruta 3. Santa María del Llano**

De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda 2010, la población de la localidad urbana de Santa María del Llano es de 4,078 habitantes, teniendo un porcentaje de recolección diaria de 4.078 toneladas de RSU.



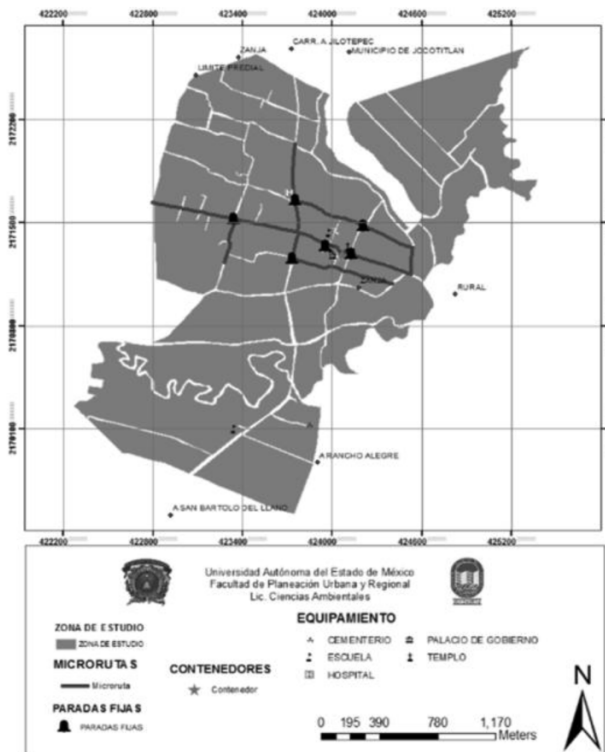
Se propone la localización y la operación de un solo contenedor ubicado en la zona centro de la localidad (adaptado para recibir residuos orgánicos e inorgánicos), en puntos estratégicos que la población identifica. El servicio de recolección selectiva de RSU pasará los lunes, miércoles y viernes de cada semana en horarios preestablecidos, realizando seis paradas fijas.

**Cuadro 6. Ficha técnica de la micro ruta 3**

<i>Número de contenedores</i>	<i>Días y hora estimada de recolección</i>	<i>Número de paradas fijas</i>
<b>1</b>	<b>Lunes (mañana) (8-10 am)</b> <hr/> <b>Miércoles (medio día 12 a 1 pm)</b> <hr/> <b>Viernes (tarde: 6 a 8 pm)</b>	<b>6</b>

Fuente: elaboración propia con base en campo (2012).

**Mapa 4. Micro ruta 3**



Elaboró:  
Jose Manuel Romero Cuero

FUENTE: INEGI 2012

Fuente: elaboración con base en INEGI (2012) y recorrido de trabajo de campo.

El sistema de micro rutas tiene como objetivo fortalecer el sistema de rutas con el que se cuenta en la actualidad en el municipio, favoreciendo así el servicio de recolección de los RSU, sin embargo un factor importante dentro de esta propuesta es sin duda alguna la participación de la población en general, ya que son ellos los que la generan y quienes la depositarán dentro de los contenedores fijos que se proponen, rompiendo así con la dinámica en la cual el carro de basura va hasta el domicilio a realizar dicha recolección.

Una de las ventajas de la implantación de esta propuesta es la económica, ya que si bien el costo de emplear camiones que recorran todas las calles de la comunidad es alto, el simple hecho de contar con contenedores fijos facilita el acceso del camión disminuyendo tiempos y costos de diésel que se requiere. Algunas otras ventajas es que la recolección se podría dar en poblaciones de difícil acceso, ya que las calles son muy angostas o se encuentran en pendientes pronunciadas por lo cual al establecer un contenedor fijo la población facilitaría el trabajo, de igual forma la dependencia tecnológica disminuye ya que en gran medida la población y los trabajadores de la dirección de servicios públicos municipal son los que realizaran el trabajo dejando de lado las compactadoras.

Sin embargo, también existen desventajas y tal vez la más importante es la población, ya que sin duda alguna los vecinos que estén cercanos a estos contenedores estarán en desacuerdo argumentando los malos olores y la mala imagen urbana que se dará con dicha implementación, pero basta decir que al tener un manejo y una gestión adecuada de los RSU, estas molestias no se presentarán o en su defecto serán mínimas o inexistentes para la población, por lo que para lograrlo, es necesario y obligatorio una capacitación por parte de la dirección de servicios públicos del H. Ayuntamiento.

### **Planeación estratégica para la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca**

#### *Almacenamiento temporal*

Respecto al almacenamiento temporal para el municipio de Ixtlahuaca, se plantea distribuir contenedores estratégicamente. El adecuado almacenamiento de los residuos sólidos no sólo tiene incidencia en los hogares, sino en las posteriores etapas de su manejo o gestión, recolección, transporte y disposición.

Asimismo, se deben clasificar los residuos desde su fuente de generación, orgánica e inorgánica, a través de contenedores, con el fin de minimizar la cantidad de residuos sólidos al sitio de disposición final; el municipio contará con 18 contenedores.

El objetivo primordial es hacer conciencia entre la población de la importancia de mantener limpias las calles del municipio depositando adecuadamente los RSU, con lo cual se logra una gestión integral; de debe iniciar con una separación oportuna de los residuos en orgánicos e inorgánicos.

### *Barrido*

El barrido es el sistema de recolección más conocido, ya que permite mantener en óptimas condiciones estéticas y de limpieza las vías de comunicación del municipio, principalmente en el primer cuadro de la cabecera municipal; uno de sus beneficios es limpiar a detalle las vías más concurridas de la localidad recogiendo papel, cartón, escombros, entre otros residuos convencionales. Este tipo de barrido puede efectuarse de manera mecánica o manual, aunque, para el caso del municipio de Ixtlahuaca, el barrido mecánico no aplica ya que la barredora mecánica se encuentra en reparación; sin embargo, el barrido manual se realiza constantemente, pues el costo que conlleva es mínimo; por ello, algunas acciones a efectuar sobre este tema son:

- Elaborar un manual operativo del sistema de barrido.
- Equipar debidamente a los trabajadores de la dirección de servicios públicos del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca con equipo suficiente y capaz de soportar el trabajo rudo que se desempeña diariamente.
- Diseñar cursos y capacitaciones al personal de limpieza.
- Adquirir, si fuera necesario, equipos de barrido mecánico que puedan utilizarse por el mismo personal facilitando el barrido y haciendo eficiente el servicio de limpieza.

### *Recolección*

En el municipio de Ixtlahuaca la recolección de los residuos sólidos se llevará a cabo tres veces a la semana utilizando el método de parada fija o esquina, acera o casa por casa; para el caso de la cabecera municipal, el sistema de recolección será de lunes a domingo con el fin de complementar la recolección del municipio; asimismo, se proponen rutas de recolección.

En este tipo de recolección la intención es minimizar los tiempos y costos que llevan el realizar recorridos diarios para recolectar los RSU; por ello, se sugiere el diseño de las micro rutas considerando el volumen que se genera de RSU y los costos o beneficios económicos que se tendrán a causa de éstas.

#### *Transferencia y transporte*

Dentro de la fase de transferencia, se identifican las estaciones que cumplan con las condiciones establecidas en la Norma NTEA-010-SMA-RS-2008; y en cuanto al transporte, se considera el existente por parte del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, agregando el mantenimiento a las unidades que lo requieran o las que se encuentren en reparación.

El objetivo es la implementación de estaciones de transferencia en zonas estratégicas que permitan el ahorro de combustible, favorezcan el libre acceso y estén cercanas al sitio de disposición final, incrementando así la eficiencia de los servicios de recolección en cuanto a la disminución de tiempos de traslado. Para ello, se proponen tres estaciones de transferencia ubicadas en puntos estratégicos, con la finalidad de complementar la cobertura ya existente de recolección de residuos sólidos con el que cuenta el municipio.

Se sugiere ubicar la primera estación de transferencia al norte del municipio de Ixtlahuaca, con el fin de dar mayor cobertura a las localidades tanto urbanas como rurales de esta zona; dicho equipamiento tendrá un área de 5,000 m<sup>2</sup>. Para la segunda estación de transferencia se propone un área de aproximadamente 9,000 m<sup>2</sup>; con este espacio se pretende dar cobertura a la población de la zona centro del municipio. Finalmente, para la tercera estación de transferencia se sugiere ubicar en la zona sur del municipio; este equipamiento tendrá un área de 1,500 m<sup>2</sup>, el cual se abastecerá del servicio de recolección a las localidades rurales de esta zona.

La Norma NTEA-010-SMA-RS-2008 que rige al Estado de México, es la que establece los requisitos y especificaciones para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de RSU y de manejo especial. Según esta norma, los centros de acopio, las estaciones de transferencia y las plantas de tratamiento deberán presentar a la autoridad ambiental el correspondiente informe previo o de manifestación ambiental, además de contar con el uso del suelo acorde a la actividad pretendida, establecida en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente. Esta norma se clasifica de acuerdo con la superficie del establecimiento.

**Cuadro 7. Tipo de establecimiento de acopio**

Clasificación	Superficie m <sup>2</sup>
A	Menor a 250
B	Mayor o igual a 250 y menor a 600
C	Mayor o igual a 600 y menor a 2,000
D	Mayor o igual a 2,000

Fuente: elaboración propia con base en campo (2012).

La SEMARNAT define la estación de transferencia como la *“Obra de ingeniería proyectada y construida para optimizar el servicio de transporte de los residuos sólidos municipales donde los vehículos de recolección descargan sobre otros de mayor capacidad que los conducen a sitios de tratamiento o disposición final.”* Sin embargo, de acuerdo con la Norma NTE-010-SMA-RS-2008, las estaciones de transferencia deben contar con las siguientes áreas como mínimo:

- **Barda Perimetral:** muro de concreto que servirá como barrera para definir el área de la estación de transferencia controlado así el acceso de personas, vehículos o fauna nociva.
- **Control de acceso:** se establece con una caseta de entrada a la estación de transferencia la cual es vigilada por el personal de seguridad registrando los vehículos o el personal que accede al área.
- **Rampa:** son los accesos para los vehículos que entran o salen a depositar los RSU en las cuales la pendiente no deberá exceder de 8 % (45°) se podrán diseñar rampas independientes de entrada y salida o con doble circulación, siempre y cuando estén separados con un murete de concreto armado de 0.70 m. Cada carril tendrá un ancho mínimo de 4.00 m.
- **Área de Carga (Inferior):** sitio donde se depositan los RSU, deberán contar con piso que no permita la infiltración de líquidos al subsuelo, estar cerradas y tener cortinillas de tiras de material plástico en la parte frontal para reducir la diseminación de polvos. Además, deberán contar con sistemas de aspersión y de depuración de polvos sobre el perímetro de las tolvas o ranuras. La zona de descarga contará con techumbre que cubra la tolva o ranura y el vehículo recolector al momento de la descarga.
- La altura de la techumbre será como mínimo de 6.00 m y cada carril de descarga deberá tener un ancho mínimo de 3.00 m.

- Tolva o ranuras para descarga: ranura en la cual se depositan los RSU las cuales deberán contar con un tope para impedir que los vehículos recolectores caigan en ella al aproximarse para la descarga. El tope podrá ser de concreto armado con placa de  $\frac{1}{2}$  en los costados longitudinales o de otros materiales anclados sólidamente al piso, de tal manera que aseguren la resistencia necesaria para detener el retroceso de los vehículos recolectores. Su altura no deberá exceder 0.25 m, para evitar el roce con la carrocería de los vehículos y con un ancho no mayor de 0.25 m.
- Techumbre en tolva o ranura: techo o loza que cubre a la ranura evitando que los rayos solares peguen directamente a los RSU. La altura de la techumbre será como mínimo de 6.00 m y cada carril de descarga deberá tener un ancho mínimo de 3.00 m.
- Área de descarga (Superior): son las paredes de la tolva o ranura las cuales deberán favorecer el deslizamiento de los residuos, por lo que se recomienda una inclinación de  $45^\circ$  con respecto a la horizontal; estas deberán tener la resistencia necesaria para evitar deformaciones por descargas puntuales de 5.00 toneladas. Para permitir la descarga libre de los vehículos recolectores con las puertas abiertas o la tolva trasera elevada dentro de la tolva o ranura, se recomienda un espacio entre el tope y la pared posterior de 4.30 m.
- Trampas de sólidos en las descargas de aguas residuales: es el espacio entre la parte baja de la tolva o ranura y la caja de transferencia la cual no debe de exceder 0.25 m., con el fin de disminuir la dispersión de residuos durante la descarga.

La meta de una estación de transferencia es el reciclaje, en donde se hace el uso o reúso de materiales provenientes de residuos; la importancia en el proceso de reciclaje es cuando el procedimiento comienza con una separación. Desde el punto de vista de eficiencia del rendimiento de estos sistemas de separación, se favorece una separación desde el origen. Existen tres actividades principales en el proceso del reciclaje:

- Recolección: se deben de juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo con su tipo específico.

- **Manufactura:** los materiales clasificados se utilizan como nuevos productos o como materias primas para algún proceso.
- **Consumo:** los materiales de desperdicio deben ser consumidos. Los compradores deben demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.

La zona de separación se propone como parte de la implementación del concepto de las “3R: reducir, reutilizar y reciclar”. En ella se realiza la selección de los residuos inorgánicos para reducir, de manera progresiva, la cantidad de desechos destinados a su disposición final. Los residuos inorgánicos serán clasificados en:

- Papel
- Plástico
- Vidrio
- Envases
- Pilas y baterías

Los materiales obtenidos de esta parte del proceso serán almacenados temporalmente y comercializados a empresas especializadas en su reciclaje con el fin de obtener una remuneración económica para el mantenimiento del centro.

#### *Tratamiento*

Para el tratamiento, se planea minimizar el volumen de los RSU a través del reciclaje y la realización de compostas, cuando el tipo de residuo lo permita; con estas dos simples acciones disminuirá la cantidad de RSU que llegan al sitio de disposición final; asimismo, con la realización de compostas, se podrá reciclar cartón, papel, plástico, vidrio y, en algunos casos, metal, además se minimiza la carga de RSU y se abonan constantemente los jardines o plazas públicas que cuenten con zonas verdes.

#### *Disposición final*

Es la última etapa del ciclo de vida de los residuos sólidos. De acuerdo con las características físicas analizadas en la fase de caracterización, el municipio de Ixtlahuaca no cuenta con espacios disponibles para la disposición final. Por lo tanto, se propone seguir llevando los residuos sólidos al municipio de Jocotitlán, pero estos residuos deben estar previamente clasificados, tratados o reciclados, minimizando así su cantidad.

El propósito de esta etapa es crear un plan de gestión integral de RSU, es decir, desde su generación, pasando por la recolección, la transferencia, el transporte hasta su disposición final, con lo cual se mejore la imagen urbana y se erradiquen los tiraderos clandestinos o a cielo abierto que ocasionan una contaminación inminente al terreno derivado de los lixiviados, generación de fauna nociva (ratas, moscas, perros callejeros), así como afectaciones a la salud de los habitantes cercanos.

Las autoridades municipales juegan un papel esencial para fomentar, mediante programas o actividades de concientización, la disminución, el reciclaje y la disposición adecuada de los RSU producidos por la comunidad.

#### *Concientización y educación ambiental*

Se sugiere que el H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca elabore un Programa de Educación Ambiental en materia de RSU (PEARSU), el cual será útil para la educación formal (la oficial o gubernamental, por ejemplo, la proporcionado por la SEP), como la no formal (la convencional o adquirida por la familia, amigos, etc., como pláticas, cursos o talleres impartidos por ONG's o Asociaciones Civiles) que se ajuste a un modelo flexible y accesible, pues se pretende sea impartido en todos los niveles del sistema escolar a toda clase de alumnos, en dependencias gubernamentales e, incluso, en el propio hogar con ayuda de los familiares sin tener que ir a alguna institución educativa. Para la elaboración e implementación del PEARSU, se deben considerar los siguientes lineamientos:

- Coordinar los conocimientos en humanidades, ciencias sociales y ciencias del ambiente.
- Dar a conocer una variedad de problemas ambientales.
- Enseñar soluciones generales aplicables a diversas situaciones análogas.
- Fomentar las cualidades personales para superar los obstáculos y desarrollar las aptitudes enfocadas a un manejo Integral de RSU.

#### **Conclusiones**

La estrategia de esta fase para alcanzar una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos implica la participación tanto del gobierno como de la sociedad en general, quienes deben contar con información confiable y actualizada que permita conocer las alternativas y las opciones disponibles para reducir el



impacto de los residuos al medio ambiente; por ello, se considera que, al implementar las micro rutas, se disminuirá el impacto ambiental, ya que se proporcionará una mayor cobertura de recolección de RSU en el territorio. Por otro lado, establecer contenedores en puntos estratégicos servirá como apoyo para que la población pueda depositar sus residuos cuando no pase el camión de recolección; por último, el sistema se complementará con las estaciones de transferencia, ubicadas en puntos esenciales, es decir, cerca de las localidades, vialidades de acceso y lejanos de ríos. A continuación se mencionan algunos puntos positivos de las propuestas:

- Disminución de los tiraderos a cielo abierto.
- Menor contaminación al suelo.
- Un medio ambiente más limpio y atractivo.
- Menor contaminación de acuíferos si existieran dentro de la zona de estudio.
- Disminución de riesgos a la salud de la población debido a la contaminación.

Por tanto, se sugieren recomendaciones que son complemento para lograr el Objetivo de la Gestión Integral de los RSU, las cuales se mencionan a continuación:

- **Recursos humanos:** se tendrá que realizar una capacitación constante al personal que labora en la Dirección de Servicios Públicos sobre los diferentes temas relacionados con los RSU, por ejemplo: el reciclaje, la realización de composta y la separación de los desechos orgánicos e inorgánicos para desarrollar sus habilidades y conocer las características de los RSU a fin de mejorar el servicio y la atención a la comunidad; esta capacitación no va dirigida solamente al personal de limpia, sino a administrativos, choferes, supervisores, jefes de estaciones de transferencia, secretarías y vigilantes con el objetivo de que la Dirección de Servicios Públicos proporcione un buen servicio a la población municipal.
- **Recursos materiales:** el municipio necesita de recursos materiales nuevos que se adapten a las necesidades de los trabajadores y que faciliten sus actividades; dichos recursos necesitan ser integrales y de larga duración, así como de fácil uso. Es conveniente que su dotación sea continua; por lo menos, cada seis meses y, en materiales de fácil

desgaste, cada trimestre, como escobas, para que el personal realice sus actividades en el menor tiempo posible. Para adquirir dichos materiales, es fundamental una adecuada gestión por parte de las autoridades municipales hacia los órdenes estatales y municipales, mediante programas, convocatorias o subsidios que se otorgan por lo regular semestral o anualmente.

- **Concientización de la población:** la conciencia ambiental de la población es esencial para el funcionamiento eficaz del PMPGIRSU. Dentro del municipio de Ixtlahuaca se puede identificar un cierto grado de conciencia ambiental en los pobladores respecto a los RSU que generan, ya que se observó en el trabajo de campo la preocupación por mantener limpios calles, jardines, plazas públicas, escuelas y lugares de interés social. Sin embargo, aún no se desarrolla plenamente una cultura de separación de los RSU que permita un menor impacto en el ambiente; asimismo, la existencia de asociaciones no gubernamentales traería mejoras tanto en el servicio de recolección como en el cuidado ambiental. Por otra parte, en la cabecera municipal se puede identificar que la gente tiene el hábito de que la recolección de los RSU sea casa por casa, ocasionando que dejen los contenedores de RSU en la puerta hasta que el servicio de recolección pase. El municipio tiene la facultad y la obligación de implementar programas de educación ambiental que informen y concienticen a sus habitantes de la importancia y necesidad de un manejo integral de RSU que dirijan a una mejora ambiental y, por ende, a incrementar la calidad de vida.
- **Financiamiento para infraestructura:** la falta de apoyo en recurso económico federal y estatal hace que el presupuesto municipal sea insuficiente para la adquisición de infraestructura y maquinaria capaz de solventar la demanda de los RSU, producidos por la población municipal; por ello, se recomienda que los servidores públicos del H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, en especial, el tesorero, director de ecología o medio ambiente y el director de servicio públicos, conozcan los distintos programas y apoyos federales o estatales que se ofertan en materia de RSU; por ejemplo, el Programa de Egresos Federal anual emitido por la SEMARNAT, el cual ofrece distintos proyectos y programas de infraestructura dirigidos al cuidado del medio ambiente retomando diferentes temáticas, entre ellas, los RSU.

## Bibliografía

- Buenrostro, O., G. Bocco y G. Bernache, 2001: *Urban solid waste generation and disposal in Mexico. A case study*. Waste Management and Research.
- H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, 2011: *Departamento de Limpia*. Dirección de Servicios Públicos: Ixtlahuaca, México.
- H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, 2009-2012: *Plan de desarrollo Municipal 2009-2012*.
- H. Ayuntamiento de Ixtlahuaca, Bando Municipal de Policía y Buen Gobierno 2010.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010: *Censo de Población y Vivienda 2010*, México.
- INEGI, 2012: Instituto Nacional de Estadística y Geografía en <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>, México.
- IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, 2012: *Límites Municipales 2012*, CD ROM.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2007: México.
- Norma oficial mexicana nom-083-semarnat-2003: *Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*, México.
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Estado de México, 2009: México.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006: *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*, México.
- SEMARNAT, 2012: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/glosario.aspx>
- Tchnobanoglus, G., 1994: *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*, España: Mc Graw-Hill.