



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

**“Propuesta Metodológica para generar un Modelo Integral de Residuos Sólidos. Estudio de caso de la Ciudad de Pachuca Hgo.”**

M.I. ARTURO TORRES MENDOZA\*

M.I. JAIME GARNICA GONZÁLEZ

M.I. HERIBERTO NICCOLAS MORALES

**RESUMEN**

Esta investigación presenta las bases para cambiar la actual situación de los residuos sólidos, a través de un modelo enfocado al manejo integral de residuos sólidos, mostrando un mecanismo facilitador del cambio, desde la generación de residuos hasta su disposición final. Por lo que el objetivo es proporcionar una metodología para generar un Modelo de Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS), por medio del caso de estudio de la Ciudad de Pachuca Hidalgo. El modelo busca orientar a los responsables en materia de residuos sólidos para realizar las intervenciones necesarias en pro de mejorar las condiciones ambientales, evitar los focos de infección y por ende la generación de plagas y roedores que afecten la convivencia de la población, así como disminuir. Los riesgos de operación, que representa la generación de los residuos sólidos.

**Palabras clave:** Metodología, Modelo, Residuos sólidos, Materiales peligrosos

**ABSTRACT**

This research provides the basis for changing the current situation of solid waste to a model focused integrated solid waste management, showing a mechanism to facilitate the change from waste generation to final disposal. So the goal is to provide a methodology to generate a model of Integrated Solid Waste Management (MIRS), through a case study of the City of Pachuca Hidalgo. The model seeks to provide guidance to those responsible for the solid waste to make the necessary interventions towards improving environmental conditions, avoid sources of infection and hence the generation of pests and rodents that affects the coexistence of the population and reduces operating risks, which represents the generation of solid waste.

**Keywords:** Methodology, Model, Solid Waste, Hazardous Materials

---

\* Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

## **1. Introducción**

El deterioro ambiental ha aumentado hasta niveles alarmantes en las dos últimas décadas, y México no es la excepción de este problema mundial. Uno de los problemas que enfrenta actualmente la sociedad moderna es el manejo de los desechos sólidos domésticos, industriales y comerciales, cuya generación y su potencial peligro aumenta día a día. Este problema es más crítico aún en ciudades de los países en desarrollo, debido a la falta de recursos económicos para desarrollar investigaciones que conduzcan a soluciones de acuerdo con la realidad local.

Las causas que complican más el panorama del manejo de los desechos sólidos, que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales, son: la acelerada expansión urbana, elevada tasa de crecimiento demográfico, principalmente en las ciudades, ausencia de una política educativa, falta de estudios de impacto ambiental e inadecuado desempeño de tecnologías y procesos industriales, la adopción de nuevos patrones culturales, aumento de la producción y consumo de energía, bienes y servicios, entre otros.

En la Ciudad de Pachuca, capital del estado de Hidalgo, la Secretaría de Servicios Públicos Municipales del H. Ayuntamiento, tiene como compromiso la administración de atender las necesidades de la ciudadanía y brindar servicios básicos para la sociedad pachuqueña como limpia de parques y jardines, alumbrado público, mercados, comercio y abasto, rastro, panteón y control canino que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los pachuqueños.

Cabe hacer notar que el almacenamiento dentro de los domicilios se hace en recipientes de varios tipos, entre los que predomina la bolsa de plástico delgada, que es susceptible de romperse fácilmente al ser manipulada por el personal encargado de recoger la basura.

Todos los desechos generados en los hogares se almacenan en ella sin hacer una clasificación de la basura orgánica e inorgánica. La disposición final de los desechos sólidos, se hace en un "relleno sanitario" ubicado en las afueras de la ciudad de Pachuca, en la comunidad de Huixmi, cercana a la carretera México-Actopan.

Por otro lado, existe una ausencia de sensibilidad en la población hacia la problemática de los residuos sólidos. La participación de la comunidad es muy importante para la separación de los

residuos sólidos, y no hay una verdadera educación ambiental ni sanitaria en este campo, lo cual trae consigo los siguientes impactos ambientales, los riesgos por el manejo inadecuado de los desechos sólidos urbanos pueden ser:

- ✚ **Directos**, estos atentan contra la salud de las personas que están en contacto directo con los residuos sólidos, siendo las más expuestas a estos riesgos, los recolectores y pepenadores etc.
  
- ✚ **Indirectos**, afectan la salud de la población, originando la proliferación de agentes contaminantes que dan origen a enfermedades, tales como insectos y roedores, que encuentran en los residuos sólidos las cuales son las condiciones adecuadas para su reproducción.

Los desechos sólidos, al no recolectarse oportunamente, sirven de alimento a los animales transmisores de enfermedades, y emanan malos olores por la descomposición de la materia orgánica.

En el "relleno sanitario", la exposición de las personas que se dedican a la separación de los residuos sólidos sin las medida de higiene y seguridad sanitaria correspondiente propicia enfermedad y muerte en ellos.

Impacto negativo sobre el ambiente, ocasionando la contaminación del suelo, las aguas o de la atmósfera en el caso de incineración sin control.

La acumulación de residuos sólidos en predios baldíos pueden convertirse en situaciones fuera de control para las autoridades y un foco de infección para los habitantes de la zona y degradación estética y visual de la ciudad.

Lo expuesto anteriormente, nos da una idea de la preocupación fundamental que tienen los gobiernos y la sociedad con respecto al manejo de los residuos sólidos, lo cual nos conlleva a establecer bases fundamentales para el manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos.

## **2. Justificación**

En los últimos años, se ha puesto de manifiesto en nuestro país la deficiencia y la mala administración del manejo integral de los desechos sólidos urbanos, originando una alta concentración de los mismos en ciertos lugares de la ciudad, altos costos de operación, insuficiente inversión de equipos y un inadecuado diseño de las rutas de recolección de basura, así como la nula información a la población sobre el manejo de los desechos sólidos, poniendo en riesgo la salud de los pobladores.

Propiciar un cambio en los hábitos y conducta, de los habitantes de una ciudad, traerá consigo beneficios para la ciudad y como consecuencia para el País; este proyecto pretende proporcionar las bases para un manejo integral de los residuos sólidos generados en la ciudad, desde su manejo en los sitios de generación hasta la disposición final.

Al informar a la gente sobre el tratamiento adecuado de los residuos sólidos, traerá como beneficio, que la producción de residuos sólidos disminuya, y contar con un servicio de recolección determinado bajo un modelo que pretende mejorarlo y permitirá que se recolecte el total de los desechos sólidos de la ciudad, así como darle un tratamiento a los desechos en el sitio de disposición final.

Hidalgo es uno de los dos estados del país que no cuentan con ordenamientos, reglamentos y leyes municipales para la prevención y manejo de residuos peligrosos. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), son 29 los estados que cuentan con leyes para el confinamiento de los residuos tóxicos; sin embargo, Hidalgo y Sonora son las únicas entidades que no tienen reglamentaciones municipales en la materia Zavala (2010, 2 de febrero).

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos 2009-2012, coordinado por la Semarnat, indica que Hidalgo se rige bajo dos reglamentos en cuanto al manejo de residuos: la Ley para la Protección al Ambiente y la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En un estudio de la Semarnat explica que las localidades del estado continúan manejando los residuos peligrosos de forma tradicional, sin un programa que incluya el reciclado de los desechos, mucho menos la información a la ciudadanía sobre la separación de basura orgánica e inorgánica.

De acuerdo al estudio federal, en la entidad los peligros tradicionales asociados al mal manejo de los residuos sólidos sigue siendo un problema de salud pública, toda vez que es una de las principales fuentes de contaminación del agua potable.

Hasta el 2009 en el país operaban tres confinamientos controlados para desechos peligrosos, uno es una instalación privada sin prestación del servicio, los dos restantes son empresas abiertas al público que se encuentran en los estados de Durango y Nuevo León. Asimismo, se informó que de 2003 a 2006 fueron autorizados seis proyectos para este tipo de infraestructura, entre ellos está el confinamiento de la empresa Befesa en Zimapán, proyecto detenido por no cumplir con la normatividad correspondiente.

El objetivo del presente trabajo es proponer un modelo integral para el manejo de los residuos sólidos urbanos para la Ciudad de Pachuca Hgo.

## **2.1. El manejo de residuos sólidos municipales e industriales en México (RSMI)**

México al igual que muchos países del mundo, enfrenta grandes retos en el manejo de sus residuos sólidos, siendo la causa principal, el elevado índice de crecimiento demográfico e industrial que últimamente se ha dado; considerando que las costumbres de la mayor parte de la población, esta orientada al consumo de artículos desechables y la tendencia de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos; el cual ha modificado de manera sustancial la cantidad y composición de los residuos sólidos municipales. La generación de residuos sólidos ha ido aumentando considerablemente; en la década de los cincuenta cada habitante generaba 300 gr./día, esta cantidad se incrementó a más de 853 gr./día en promedio (Sancho y Rosiles, 1999).

El artículo 115 constitucional, confiere a los municipios la responsabilidad de administrar y otorgar a la población la dotación y operación de servicios públicos.

Por lo anterior, la limpieza de las ciudades, así como el manejo de los residuos sólidos, constituyen grandes preocupaciones para las autoridades responsables de la prestación de estos servicios públicos en todos los centros urbanos, no importando el tamaño de su población y la extensión de su territorio.

México es uno de los pocos países en que no existe el cobro por la prestación del servicio, esto hace que financieramente, los municipios tengan grandes deficiencias para atender los requerimientos de la población. Es decir, que la falta de una política económica - financiera junto al limitado desarrollo institucional de los municipios y la insuficiencia de personal capacitado para esta gestión entre otras causas.

Dentro de este último aspecto, las autoridades municipales son las más indicadas para elaborar un marco general de información o diagnóstico con el cual se reconozcan y definan los problemas relacionados desde la generación hasta la disposición final de los desechos sólidos, dando las pautas a seguir para una correcta planeación de las acciones entre los agentes involucrados en la prestación del servicio de limpieza urbana. Los residuos industriales no peligrosos es basura corriente o desperdicio generado por hogares, industrias, y oficinas comerciales e instituciones.

Residuos industriales no peligrosos son residuos y aguas residuales generadas por procesos de manufactura que no son considerados peligrosos, además hay una comparación de opciones para el manejo de residuos sólidos municipales e industriales de la manera siguiente:

- ✚ La primera y mejor opción es no generar residuo o volver a usar el que ya se tiene. Esto es conocido como **reducción de fuente** o **prevención de residuo**. Por ejemplo, individuos pueden evitar la producción de residuo dejando recortes de pasto en el jardín y comprando artículos con menos empaque, tal como alimentos al por mayor. Volviendo a usar artículos, tales como bolsas y recipientes, en vez de botarlos, reduce el residuo.
  
- ✚ La segunda opción es **reciclar o producción de abono**. Muchos tipos de vidrio, papel, plástico, metal, y otros materiales surtidos son reciclables. Esto significa que es tecnológicamente posible descomponer estos materiales y transfórmalos en productos nuevos. Para que este tipo de manufactura sea económicamente posible, es necesario también que la gente compre productos hechos de materiales reciclados. Muchas compañías están reciclando estos tipos de materiales, y hay muchos artículos de consumo común disponibles con contenido reciclado.

- ✚ La tercera opción y final para aquellos materiales que no son fácilmente reciclables o transformados en abono es posible depositarlos, en rellenos sanitarios o ya sea en **vertederos o mediante combustión** (preferentemente con recuperación de energía).

## 2.2. Residuos peligrosos domésticos (RPD)

Los residuos peligrosos domésticos son los artículos que contienen constituyentes peligrosos, tales como pinturas, tintas, materiales para limpiar hornos, aceite de motores, baterías, y pesticidas. Si estos artículos fueran generados en grandes cantidades por empresas o plantas de manufactura, podrían ser regulados como residuos peligrosos. Sin embargo, la población que genera estos tipos de residuos en hogares, están exentos de los reglamentos para residuos peligrosos.

## 2.3. Origen y clasificación de los residuos sólidos municipales e industriales

La gran diversidad y variedad de los residuos sólidos urbanos e industriales (RSMI) dificulta el establecimiento de criterios claros de clasificación y por tanto, el manejo de los mismos. En la tabla 1 se plantea la clasificación de los residuos sólidos, donde se muestra la fuente generadora y su origen del residuo, las fuentes específicas y los residuos que son generados en esas fuentes, desglosando los residuos comunes de acuerdo con sus propiedades físicas que permiten identificar las posibles implicaciones de su manejo y confinamiento.

**Tabla 1. Origen y clasificación de los residuos sólidos municipales e industriales.**

Fuente	Origen específico	Tipos de residuos
<b>Domiciliario.</b> Procedente del consumo humano y los que son de mayor tamaño y peso.	Casas habitación y materia orgánica: Papel Plástico Metales Madera  Mayor tamaño: Muebles	Clasificación de residuos comunes por sus propiedades físicas:

	Electrodomésticos Colchones	
<b>Institucionales.</b> Procedentes de espacios públicos.  <b>Continuación de la tabla 1</b>	Escuelas e Institutos y Universidades Museos. Iglesias. Oficinas de gobierno. Bancos. Reclusorios.	<b>Materiales inertes</b> Vidrio. Plástico. Metales. Lozas y Cerámicas. Tierras. Cenizas.
<b>Áreas y vías públicas.</b> Son áreas de sano esparcimiento o de recreación y de tránsito.	Calles y avenidas. Carreteras federales o estatales. Parques y jardines. Zoológicos. Playas. Áreas arqueológicas. Parques nacionales.	<b>Materiales fermentables</b> Residuos alimenticios. Residuos de jardinería. Hueso. Flores (desechos).
<b>Comercial y de servicios.</b> Procedentes de mercados y de centros de distribución: Están formados principalmente por materia orgánica.	Balnearios. Circos. Cines. Teatros. Estadios. Hipódromos y galgódromos. Parques deportivos. Autódromos. Velódromos. Plazas de toros. Frontón. Mercados, tianguis y centros de abasto. Hoteles y moteles. Oficinas.	<b>Materiales combustibles</b> Algodón Papel. Cartón. Tetrapack y tetrabrik Textiles naturales. Textiles sintéticos. Pañales desechables. Madera. Cuero. Hule.

	Rastros. Panteones. Restaurantes. Tiendas. Terminales: Marítimas. Terrestres. Aéreas.	
<b>Residuos sanitarios:</b> Son los procedentes de las actividades sanitarias.	Hospitales Clínicas Laboratorios Farmacias	Algodón Sangre Gasas Orina
<b>Residuos industriales:</b> Dependen del tipo de actividad industrial que se desarrolle.	Clasificación de las industrias manufactureras de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIÁN)	Aceites Grasas Ácidos Disolventes Pinturas Materiales radioactivos
<b>Continuación de la tabla 1</b>		
<b>Construcción y demolición.</b> Son los que se generan en la construcción o demolición de edificios.	Cemento PVC Madera Hierro Papel	<b>Otros:</b> Cascajo

Fuente: Norma Mexicana NOM-AA-22-1985 Seoáñez C. M., 1999 Organización Panamericana de la Salud, Gobierno del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México. 1997

#### 2.4. Composición

Debido a su composición tan variada, la selección de los residuos sólidos para su aprovechamiento es bastante compleja. El primer paso para facilitar la selección comienza en el ámbito doméstico. Los residuos deben ser separados según su composición y depositados en

contenedores específicos, tal como se viene haciendo ya en España y en varios países de la Unión Europea.

La clasificación de los residuos depende de la composición de éstos. El método empleado para determinar la composición de los RS consiste en tomar una muestra aleatoria de 5 m<sup>3</sup> en volumen. Después de efectuar una serie de mezclas y cuarteos, se elige una muestra de volumen inferior a 1 m<sup>3</sup> y se analiza para averiguar su composición. Debido a la composición tan variada que tienen los residuos, su selección para el aprovechamiento es bastante compleja. El primer paso debe ser desde el hogar, separando los residuos en contenedores específicos según su constitución

### **3. Propuesta Metodológica para generar un Modelo Integra de Residuos Sólidos. Estudio de caso de la Ciudad de Pachuca, Hgo.**

En el presente apartado, se mostrará la metodología que da origen al modelo para el manejo integral de los residuos sólidos.

#### **3.1. Teoría General de Sistemas**

La vida en sociedad está organizada alrededor de sistemas complejos en los cuales el hombre trata de proporcionar alguna apariencia de orden a su universo. La vida está organizada alrededor de instituciones de todas clases, en cada clase social, cualquiera que sea nuestro trabajo tenemos que enfrentarnos a organizaciones y sistemas (Peón, 2001).

La complejidad es el resultado de la multiplicidad y embrollo de la interacción del hombre en los sistemas. Colocado en el contexto de la sociedad, el hombre está amenazado por la complejidad de sus propias organizaciones, también por las jurisdicciones fragmentadas y gradualmente por las autoridades que han sido estructuradas dentro de los sistemas durante siglos de negligencia. Los recursos no sólo están disminuyendo, sino que también están mal distribuidos.

Los “problemas de sistemas” requieren “soluciones de sistemas”, significa que debemos resolver los problemas del sistema mayor, con soluciones que satisfagan no sólo los objetivos del sistema mayor, sino también la sobrevivencia del sistema global.

Los métodos antiguos de enfrentar los problemas ya no son suficientes, deben realizarse soluciones para resolver los problemas que afectan a nuestro sistema. Se ha hecho un inicio honesto

de esta actualización de métodos mediante la introducción y adopción del enfoque sistémico, que es una forma de pensamiento, una filosofía práctica y una metodología de cambio. El enfoque de sistemas es una metodología de diseño porque auxiliará a los elementos que toman decisiones en una organización, a considerar los posibles efectos de las decisiones tomadas, una vez diseñadas, ya que los sistemas deben planearse y no esperar a que éstos sucedan como resultado del desarrollo del proceso (Van Gigch, 1997).

El enfoque de sistemas es un marco de trabajo conceptual común, ya que busca similitudes de estructuras y propiedades entre diversos sistemas de la realidad, así como fenómenos comunes que ocurren en sistemas de diferentes disciplinas (Peón, 2001). El enfoque sistémico busca generalizaciones que se refieran a la forma en que están organizados los sistemas, y a los medios por los cuales los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información, y a la forma en que funcionan.

### **3.2. Enfoque de planeación.**

En la planeación se cuenta con varios enfoques posibles, es importante revisar con qué apoyo cuenta y a que dificultades se va a enfrentar la persona que tiene que ver con la planeación, consiste en explicar cuál es el enfoque que más le conviene, dado el gran número y la diversidad de propuestas que sobre la materia existen.

Cada enfoque ha sido ensayado, probado y trabaja bien en algunas circunstancias. Pero, ¿Cómo se supone que un administrador conoce cuál es el más apropiado en la situación particular que él enfrenta? (Flood y Jackson, 1991: 31).

El número y diversidad de enfoques a que se hace referencia, es el resultado de un proceso que se da en el tiempo, pues los mismos van surgiendo en respuesta a las necesidades más significativas de cada momento. La aparición de una nueva necesidad no supone la cancelación de las necesidades anteriores, al final de cuentas las formas “primitivas” de la planeación cohabitan con las “más avanzadas”, sin que ninguna domine de manera universal (Fuentes, 2001).

En la actualidad, además, dada la fuerza y frecuencia del cambio, la aparición de los nuevos enfoques llega a ser un hecho tan común, que no acaba de instalarse una propuesta cuando ya está entrando a escena otra a disputar su lugar. Al respecto, el panorama no es halagador, ya que domina

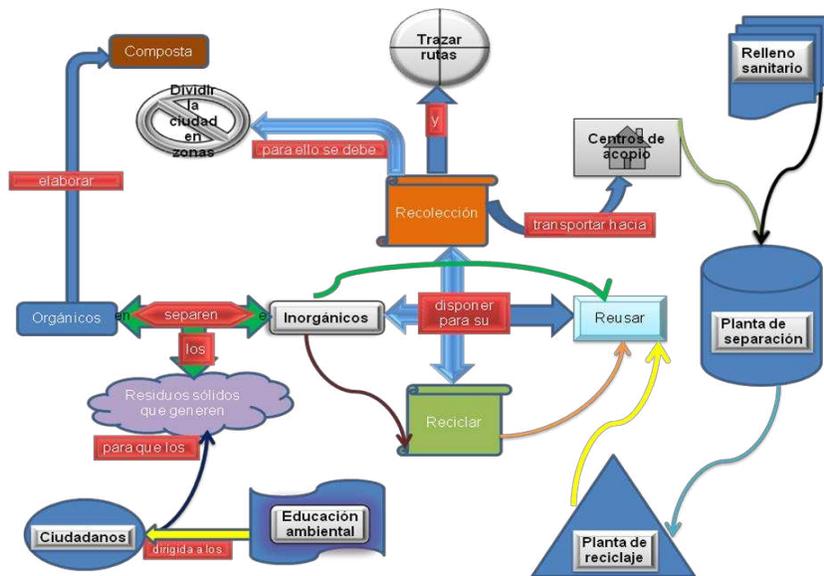
una tendencia en la que cada propuesta es vista como algo separado, al grado de que a veces pareciera que no hay más opción o que es la única alternativa inteligente.

Cada enfoque es anunciado como la solución definitiva y completa que reemplaza a las demás (Ansoff, Declerck y Hays, 1990: 51). Esta falta de efectividad ha contribuido a que la planeación tenga una vida marginal en las organizaciones y a que con frecuencia quede reducida a rutinas burocráticas, de ahí que el interés sobre este tema no solo sea teórico, de echo el mayor atractivo y el compromiso inherente radica en la posibilidad de ofrecer un instrumento que favorezca la práctica de la planeación.

### 3.3. Metodología para el Manejo de los residuos sólidos.

El modelo que a continuación se describe pretende mostrar cómo mantener separados los residuos sólidos desde su generación hasta su tratamiento, reúso, reciclado y disposición final, destacando el papel que jugará la comunidad (la cual debe ser concientizada, capacitada y educada para mantener separados los residuos sólidos que se generan), así como la participación colaborativa de las autoridades respectivas, en la siguiente figura 1 se muestra el modelo visual propuesto.

**Figura 1. Modelo visual propuesto para el Manejo Integral de Residuos Sólidos.**



**Fuente:** elaboración propia con base a la Norma Oficial Mexicana, NOM-083-ECOL-1996.

Para resolver los problemas que se plantean en el contexto de este trabajo, el modelo que se propone se basa en el manejo integral y sustentable de los residuos sólidos, que contempla la separación desde la fuente de generación de estos hasta su disposición final en los rellenos sanitarios.

En primer lugar, si se quiere reducir la cantidad de residuos sólidos a disponer para su transporte y depósito en los rellenos sanitarios, habrá que concientizar, capacitar y educar a los habitantes de las ciudades pequeñas, haciendo énfasis en la importancia que esto tiene para preservar la salud de la comunidad y la contribución a la disminución del deterioro ambiental; una de las maneras que ayudarán a lograrlo será:

1. Concientizar a la población, para que separe sus residuos sólidos en orgánicos, inorgánicos y peligrosos.
2. Capacitar a la población, para que con los residuos sólidos orgánicos, produzcan composta.
3. Educar a la población, en el reúso y reciclaje de residuos sólidos orgánicos.
4. Establecer centros de acopio que compren los residuos sólidos que pueden ser reciclados, para que los habitantes de la ciudad los transporten hacia ellos.
5. Establecer convenios, por parte de las autoridades municipales, con empresas dentro y fuera del estado, que se dedican al reciclado de residuos sólidos.
6. Promover y fomentar el establecimiento de empresas dentro de la ciudad, que se dedican al reciclado de residuos sólidos.
7. Que sólo se ponga a disposición de los camiones recolectores, aquellos residuos sólidos que no se le puede dar ningún uso, ni pueden ser aprovechados.
8. Establecer, cerca del sitio de disposición final, plantas de separación y selección de los residuos sólidos reciclables.

En segundo lugar, para recolectar y transportar hacia el sitio de disposición final, los residuos sólidos que los habitantes disponen para ello, se deberá determinar el método adecuado de recolección, dividir adecuadamente la ciudad en zonas y trazar rutas de recolección en cada una de ellas, así como determinar la cantidad necesaria de camiones recolectores para prestar el servicio y la forma en que se controlarán los camiones recolectores cumplan con su labor.

Por último, se debe determinar el sitio donde se construirá el relleno sanitario, cuidando que se cumpla con las disposiciones ambientales; y construirlo, considerando la separación de residuos sólidos, el almacenamiento de estos y el transporte hacia los centros de reciclaje, así como la incineración y compactación de los que, económicamente, no pueden aprovecharse.

En lo sucesivo, el Modelo de Manejo Integral de Residuos Sólidos, se mencionará como MIRS, como se muestra en la figura 2.

**Figura 2. Modelo Integral de Residuos Sólidos.**



**Fuente: elaboración propia**

### **3.4. Reducir, Reusar y Reciclar.**

El primer punto que propone el modelo MIRS, es el de disminuir la cantidad de residuos sólidos generados y separarlos para su futura recolección, desde el origen. Para ello se deberá implementar el uso de las “3 R’s” (Reducir, Reusar, Reciclar) y basarnos en la premisa de que el mejor residuo es el que no se produce.

Las campañas de reciclaje fomentan prácticas de reducción, reutilización y separación de residuos sólidos y son el marco idóneo para dar a conocer las debilidades y fortalezas de los programas que desarrollan las diferentes instituciones relacionadas con el aspecto ecológico, así como la gama de alternativas y posibilidades para sumar esfuerzos, con el objetivo común de llevar a cabo acciones preventivas en pro del medio ambiente y mejorar la calidad de vida.

En este modelo se propone, establecer convenios de colaboración entre grupos de ecologistas, organizaciones del gobierno federal, cadenas de tiendas de autoservicio, instituciones educativas, empresas, el gobierno municipal y el gobierno estatal, con el fin de promover entre la ciudadanía la conciencia de reciclar, apoyando estos en la separación de los residuos sólidos.

### **3.5. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos**

El segundo punto que propone el modelo MIRS, es el de utilizar el método de recolección y transporte de los residuos sólidos, más adecuado. Antes de definir el método de recolección de residuos sólidos que se utilizará, en primer lugar se debe mejorar las formas de almacenamiento de los residuos en la fuente generadora. Por lo tanto, se requiere de una reglamentación al respecto a fin de que los recipientes usados para el almacenamiento cumplan con los requisitos necesarios que permitan un manejo higiénico y seguro de los residuos, y que esto influya de manera positiva en el servicio de recolección.

En el caso del almacenamiento domiciliario, una reglamentación al respecto debe ser realista en cuanto a las condiciones sociales y económicas de la localidad y del país, ya que las exigencias de un recipiente para almacenamiento que cumpla con todos los requisitos no será posible de cumplir por las familias de escasos recursos económicos.

En estos casos, se deben considerar las alternativas adecuadas de solución de manera que un reglamento pueda aplicar a todos los estratos sociales que integran nuestra sociedad. El uso de contenedores, recomendados para el almacenamiento en fuentes domiciliarias y no domiciliarias deben ser colocados en lugares apropiados que los conserven protegidos de la lluvia y el sol, etc., e inaccesibles a los animales domésticos o personas ajenas que puedan alterar el adecuado almacenamiento.

Se deben llevar a cabo acciones que propicien una mentalidad positiva consiente acerca del problema que representan los residuos sólidos. Una de estas acciones es la promoción del almacenamiento ecológico, el cual consiste en el almacenamiento por separado de los distintos tipos de residuos de acuerdo a su composición física. De este modo tenemos que se pueden almacenar separadamente materia orgánica, papel, vidrio, plástico, metal, etc. La instalación de centros de acopio para estos residuos es fundamental para que este tipo de acciones den los resultados planeados y esperados.

### 3.6. Relleno Sanitario

En este punto del modelo propuesto, consiste en determinar el sitio donde se construirá el relleno sanitario, cuidando que se cumpla con las disposiciones ambientales, considerando la separación de residuos sólidos, el almacenamiento de éstos y el transporte hacia los centros de reciclaje, así como la incineración y compactación de los que económicamente y sanitariamente, no pueden aprovecharse.

Es importante poner atención y tomar en cuenta la Norma Oficial Mexicana, NOM-083-ECOL-1996, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

En la tabla 2 se muestran los beneficios que se obtendrían con la construcción de un relleno sanitario, en comparación, en comparación con el tiradero a cielo abierto, como actualmente existen.

**Tabla 2. Beneficios ecológicos, sanitarios y sociales de un relleno sanitario.**

<b>Factores</b>	<b>Tiradero a cielo abierto</b>	<b>Relleno sanitario</b>
<b>Suelo</b>	Grave contaminación, pérdida del valor.	Evita contaminación, recuperación de terrenos improductivos.
<b>Agua</b>	Contaminación de agua superficial y subterránea.	No existe contaminación.
<b>Aire</b>	Producción de polvos, humos y gases tóxicos (por incendios).	
<b>Flora y fauna</b>	Intoxicación y muerte	No afecta

<b>silvestre</b>		
<b>Fauna nociva</b>	Proliferación de moscas, ratas, etc.	Controlada.
<b>Sanitarios</b>	Proliferación de vectores de enfermedades Infectocontagiosas y de otros tipos.	Control de vectores.
<b>Socioeconómicos</b>	Afecta actividades agrícolas, pecuarias, comerciales, acuícolas, recreativas y de asentamientos humanos.	Afectación mínima.
<b>Paisaje</b>	Modificación negativa.	Afectación mínima.

**Fuente: elaboración propia con base a la Norma Oficial Mexicana, NOM-083-ECOL-1996.**

Aunado a la localización del sitio de disposición final, se propone que se establezcan lo siguiente, con el fin de establecer las bases para el sistema integral de manejo de residuos sólidos.

- ✚ **Un centro de acopio (deposito)**
- ✚ **Una planta de selección (orgánicos, reciclables y sanitarios)**
- ✚ **Una planta de compostaje**

El centro de acopio, funcionará como sitio de depósito del gran volumen de residuos sólidos, tomando en consideración las normas que rigen y las disposiciones de la Secretaria de Salud y del Gobierno Estado.

El centro de acopio se debe situar cerca del sitio de disposición final, de acuerdo a las decisiones de las autoridades pertinentes, para facilitar el transporte y a disminuir la distancia hacia el sitio de disposición final.

La planta de selección, debe operar para la recuperación de materiales reciclables a partir de residuos municipales mixtos, se instalarán en ellas básculas para determinar el peso de los residuos sólidos, y que cuente con 4 o 5 líneas de selección dependiendo del volumen de basura que genere el municipio.

La planta de composta, funcionara para el tratamiento de los residuos orgánicos para su transformación en abonos y fertilizantes.

En el relleno sanitario, se deberá construir la infraestructura básica, consiste en formación de celdas y banco de material para cubierta, construcción de drenaje para lixiviados, lagunas para lixiviados, sistema de control de biogás y caminos internos, construir las obras complementarias que incluyen, camino de acceso, caseta de control, drenaje superficial, báscula, cerca perimetral, señalización, servicios, forestación y estructuras para retener materiales ligeros, y adquirir equipo como camiones, tractor y compactador.

El sistema integral servirá como base para el establecimiento futuro de plantas de reciclaje en el estado. Este sistema que se propone está orientado a solucionar integralmente la problemática del servicio de limpia de la ciudad de Pachuca, Hgo.

#### **4. Conclusiones, recomendaciones y sugerencias**

A partir de la realización del trabajo, se comprueba que el manejo integral de los residuos sólidos que se generan en México no tiene un manejo adecuado. Esto es preocupante, porque cada día se están alterando los ecosistemas y por consiguiente esto afecta a la población en general, convirtiéndose en un problema de salud pública.

Es fundamental que el personal que esta involucrado reciba capacitación para la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos por parte de las autoridades. A través de contar con un plan estratégico para el manejo de materiales y residuos sólidos, es más fácil valorar la vulnerabilidad que guardan las áreas de trabajo.

Así mismo, se sugiere la participación multidisciplinaria de todas las organizaciones y dependencias en sus tres niveles de gobierno, para darle seguimiento a las acciones realizadas. Por otro lado se sugiere implantar programas de educación ambiental, ya que no existe en la entidad un marco legal que regule el manejo de los residuos sólidos

#### **REFERENCIAS**

- Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión. (2011). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Diario Oficial de la Federación. DOF 17-08-2011. México.
- Fuentes, A. (2001). *Enfoques de planeación un sistema de metodologías*. DEPFI, UNAM (Ed.). D.F., México.
- Peón, I. (2001). *Apuntes de Teoría General de Sistemas*. IPN. México.

Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996 -2000. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, 1998).

Sancho C. J. y Rosiles C. G. (1999). Situación actual del manejo de residuos sólidos municipales. *Federalismo y Desarrollo*. México: Comité Editorial del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.

SEMARNAT, (2001). *Marco Jurídico y Normativo Actual en materia de Residuos Sólidos Municipales*. México.

Van Gigch J. P. (1997). 2da. Edición. *Teoría General de Sistemas*. México. Trillas.

Zavala, M. (2010, 2 de febrero). Ley para residuos sólidos, pendiente. *Milenio Hidalgo*. Recuperado de <http://impreso.milenio.com/node/8712834>.

#### **REFERENCIAS ELECTRONICAS**

NOM-083-ECOL-1996, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. Recuperado de

[http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/normas/res\\_pel/no\\_083.html](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/normas/res_pel/no_083.html)

NOM-AA-22-1985 Seoáñez C. M., 1999 Organización Panamericana de la Salud, Gobierno del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México 1997. Recuperado de

<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/345/sresiduos.html>