

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



“DETERMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE RSU EN CIUDAD LERDO DGO.”

POR:

MIGUEL ÁNGEL FLORES GARCÍA

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DETERMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE RSU EN CIUDAD LERDO DGO

POR:

MIGUEL ÁNGEL FLORES GARCÍA

MONOGRAFÍA:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTINEZ

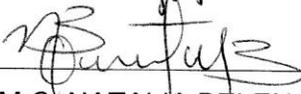
ASESOR:

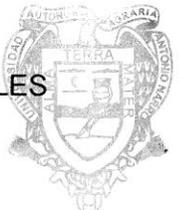

M.C. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ

ASESOR:


ING. RUBI MUÑOZ SOTO

ASESOR:


M.C. NATALIA BELEN ORTEGA MORALES


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

MONOGRAFÍA DEL C. MIGUEL ÁNGEL FLORES GARCÍA, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:


M.C. MIGUEL ÁNGEL URBINA MARTINEZ

VOCAL:

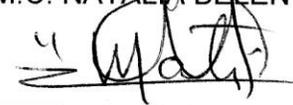

M.C. JOSÉ LUIS RÍOS GONZÁLEZ

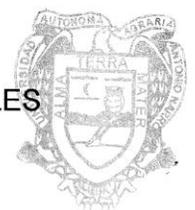
VOCAL:


ING. RUBI MUÑOZ SOTO

VOCAL:


M.C. NATALIA BELEN ORTEGA MORALES


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


Coordinación de la División
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.

DEDICATORIA:

Estas breves líneas están dirigidas a aquellas personas que sin importarles lo difícil que es educar y formar a alguien en la vida, me mostraron el camino al seguir brindándome su apoyo incondicional, no solo económico, también moral, enfrentando las adversidades que esto representa, sin importar las consecuencias que estas pudieran ocasionar.

Para ellos este es el resultado de muchos años de trabajo y esfuerzo, y que yo solo soy el reflejo de lo que ellos representan en la sociedad, y quiero darles las gracias por no renunciar en su intento de formar a su hijo, quiero decirles que este logro obtenido no es solo mío, es de ustedes padres:

ALBERTO FLORES CAMACHO
MARÍA DEL SOCORRO GARCÍA DÍAZ

AGRADECIMIENTOS:

A mi “Alma Mater” por abrirme las puertas y brindarme las facilidades de alcanzar una meta trazada en la vida.

Al Departamento de Biología y todos los profesores que en ello laboran por transmitirme sus conocimientos durante la carrera.

A los profesores Dr. Miguel Ángel Urbina Martínez, Ing. José Luis Ríos González, Ing. Rubí Muñoz soto, M.C. Natalia Belen Ortega Morales, y a todos aquellos catedráticos que de manera directa e indirectamente me brindaron incondicionalmente su apoyo, confianza y amistad durante la carrera.

A mis compañeros: Walner, Luna, Brianda, Marlen, Marisol, Cynthia, Floriberto, Luis Enrique, Lilia, Yesmin y Cristina que compartimos el aula y formamos un gran equipo de trabajo, y hoy gracias a Dios hemos alcanzado una profesión en la vida; quién de nosotros depende conservarla y desarrollarla para nuestro propio bien y de la sociedad; poniendo en alto siempre el honor y nombre de nuestra Universidad.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	vii
1 INTRODUCCION	1
2 ASPECTOS GENERALES DE LOS RSU	2
2.1 Definiciones Básicas.....	2
2.1.1 Basura	3
2.1.2 Residuo	3
2.1.3 Residuos sólidos urbanos.....	4
2.2 CLASIFICACIÓN	5
2.2.1 Por su composición	5
2.2.2 Por su origen	6
2.3 Manejo de los residuos	8
2.4 Manejo integral de los residuos	8
2.5 Gestión integral de los residuos.....	9
3 MARCO CONTEXTUAL – CD. LERDO, DGO.	11
3.1 Localización	11
3.2 MEDIO FÍSICO	12
3.2.1 Hidrología	12
3.2.2 Fisiografía.....	14
3.2.2 Clima	15
3.3 MEDIO BIÓTICO	16
3.3.1 Biodiversidad	16
3.4 Medio socioeconómico e infraestructura social	16

4 MARCO LEGAL	18
4.1 Marco legal Federal	19
4.2 Marco Legal Estatal	20
4.3 Marco Legal Municipal	21
5 Factores detonantes de la problemática en torno al manejo integral de RSU ...	21
5.1 Perjuicios por el manejo inadecuado de RSU.....	23
5.2 Beneficios por el manejo adecuado de RSU	24
6 Etapas del manejo integral de RSU	25
6.1 Generación	25
6.1.1 Principales factores que modifican la generación de RSU	25
6.1.2 Generación total de RSU.....	28
6.1.3 Generación per cápita de RSU.....	30
6.2 Almacenamiento y separación	30
6.2.1 Importancia de la educación ambiental para el manejo integral de RSU	32
6.3 Recolección, barridos y transporte.....	34
6.3.1 Métodos de recolección.....	34
6.3.2 Barridos	39
6.3.3 Transporte	41
6.4 Estaciones de transferencia.....	43
6.5 Reciclaje	44
6.5.1 Materiales reciclables	44
6.5.2 Descripción de RSU susceptibles a reciclaje.....	45
6.5.3 Importancia de la recuperación de residuos por pepenadores	49
6.6 Tratamiento.....	49
6.7 Disposición final	51

6.7.1 Relleno sanitario	52
6.7.2 Tiraderos irregulares.....	60
7 CONCLUSIÓN	61
8 BIBLIOGRAFÍA	63

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
1. Clasificación general de residuos y formas más comunes de aprovechamiento	6
2. Enfoque tradicional de manejo integral de los residuos en México en relación al establecimiento de una jerarquía	8
3. Etapas del sistema de manejo integral de RSU	9
4. Mapa de Principales Localidades del Municipio de Lerdo	11
5. Mapa de la superficie de Cd. Lerdo, Dgo	12
6. Subcuencas del Municipio de Lerdo	13
7. Subprovincias fisiográficas del Municipio de Lerdo	14
8. Climas presentes en el Municipio de Lerdo	15
9. Jerarquía de instrumentos legales en materia de manejo de residuos sólidos urbanos en México	18
10. Clasificación por colores en los contenedores	32
11. Método de recolección de parada fija	35
12. Método de recolección de acera	36
13. Método de recolección por contenedores	37
14. Método de recolección de acera en Cd. Lerdo, Dgo	38
15. Carrito para barrido manual de Cd. Lerdo, Dgo	41
16. Vehículo compactador de carga trasera	41
17. Vehículo de caja abierta	42
18. Método de trinchera	53
19. Método de área	54
20. Mapa localización Relleno Municipal y tiraderos de basura a cielo abierto	59

CONTENIDO DE GRÁFICAS	Pág.
1. Generación de RSU por municipio	29
2. Porcentaje de generación de RSU por municipio	29
3. Porcentaje de generación por tipo de RSU del municipio de Lerdo, Dgo	30

CONTENIDO DE CUADROS	Pág.
1. Cuencas, subcuencas y coeficientes de escurrimientos presentes en el Municipio de Lerdo	13
2. Indicadores de Desarrollo Humano	17
3. Generación de RSU por municipio en Durango	28
4. Promedio diario de RSU recolectados en el municipio de Lerdo Dgo	39
5. Vehículos utilizados para la recolección de RSU según tipo	43
6. Algunos materiales susceptibles de recuperación encontrados en los residuos sólidos	45
7. Especificaciones para reciclado del papel y cartón	46
8. Código estandarizado de identificación de plásticos	47
9. Disponibilidad de servicios relacionados con los RSU en Lerdo, Dgo	51
10. Clasificación para la construcción de RS	55
11. Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio	57
12. Requerimientos de compactación de la NOM-083-SEMARNAT-2003	58

RESUMEN

La presente monografía tuvo como objetivo realizar un estudio de diagnóstico integral de la situación actual en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos en Ciudad Lerdo, Durango. Para ello, se analizaron a detalle las etapas del manejo integral de residuos sólidos urbanos que incluyen la generación, almacenamiento, recolección, barridos y transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. La obtención de los datos incluyó entre otras herramientas, una profunda revisión bibliográfica y consultas a autoridades municipales. Este trabajo es una exhortación, un llamado urgente a las autoridades, a la sociedad en general, a la acción en torno al emprendimiento de acciones que promuevan el manejo integral de los residuos, ya que actualmente la forma de manejo de los mismos es susceptible a profundas mejoras.

Palabras claves: Residuos sólidos urbanos, Basura, Manejo integral, Gestión integral, Disposición final.

1 INTRODUCCION

Las localidades urbanas, como la Ciudad de Lerdo, Durango, alojan una gran cantidad de habitantes que requieren de servicios básicos para darle una funcionalidad apropiada al sistema en el que se vive; mientras estos sistemas sean planeados y desarrollados adecuadamente, será mejor la calidad de vida en la ciudad.

El crecimiento demográfico que se ha experimentado, la urbanización, la industrialización y el estilo de consumo desechable, nos llevan a una demanda desmedida de bienes de consumo que a su vez generan una gran cantidad de residuos. Pensamos inconscientemente que este problema no es nuestro, pero nosotros lo creamos, estamos en lo correcto cuando pensamos que los municipios y delegaciones son las instituciones encargadas de la recolección, transporte, tratamiento, disposición final y gestión de los residuos de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; servicios que se han extendido a la difusión de separación de origen, acopio y clasificación para la comercialización del material reciclable.

No todos los residuos son basura y no sólo se dividen en residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos se clasifican en residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, a su vez cada uno de ellos se divide en orgánicos e inorgánicos.

Conocer el comportamiento de los residuos en Ciudad Lerdo, las fuentes generadoras, las cantidades, las formas que actualmente previenen la generación, así como las herramientas legales para disminuir la contaminación ambiental, será más fácil contribuir a una mejor calidad del ambiente.

Uno de los grandes generadores de residuos de manejo especial que han tomado mayor relevancia y participación en el comercio, son las tiendas de autoservicio,

éstas se han extendido a consecuencia de los beneficios ofrecen, como: gran variedad, rápido acceso y precios competitivos.

Los esfuerzos que realiza el gobierno municipal, así como los demás sectores de la sociedad generadora, no han sido los suficientes para alcanzar resultados tangibles respecto a la solución del reto que presenta el manejo integral de los residuos sólidos municipales.

Los impactos al ambiente y en la salud humana, debidos al inadecuado manejo de los residuos, necesitan el establecimiento de principios y bases para integrar una política que comprenda estrategias para la definición de un marco regulatorio destinado a lograr su control más eficiente y el desarrollo de programas para reducir su generación, así como que estimule sistemas de tratamiento que sean viables desde las perspectivas técnica, económica, social y ambiental, y que permitan su reúso, reciclado, composteo y la recuperación de su valor calorífico, según corresponda y sea factible. Todo dentro de un sistema integral que abarque la incorporación de herramientas tecnológicas y administrativas modernas, la participación responsable de los diversos sectores de la sociedad, el fortalecimiento de las instituciones involucradas en el manejo y operación de los sistemas de aseo urbano, y la búsqueda de esquemas de financiamiento adecuado a las capacidades de pago de los municipios.

2 ASPECTOS GENERALES DE LOS RSU

2.1 DEFINICIONES BÁSICAS

En la legislación mexicana se definen sólo algunos de los términos más elementales para el manejo y gestión integral de los residuos, mientras que otros términos son definidos tácitamente dando lugar a interpretaciones erróneas; lo anterior puede ser un inconveniente en su gestión y aún más para hacer comparaciones entre diferentes localidades, regiones o países. A continuación se describen a detalle la definición y clasificación de los residuos y sus variantes.

2.1.1 BASURA

El término coloquial basura no se define en la legislación mexicana, sin embargo la definición de residuos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la percepción de los ciudadanos hacia estos, se adecua perfectamente al sistema actual de manejo técnico y administrativo en México. La percepción ciudadana lleva a considerar a la basura como algo que ya no le es útil y termina cuando se deposita ese algo en una bolsa de plástico y lo saca de su casa. La mezcla misma que realizan los generadores con los diferentes residuos es lo que provoca la generación de basura y por consiguiente su rechazo y dificultades para manipularlos y aprovecharlos en etapas posteriores. El problema de considerar a todos los residuos como basura es que los generadores demandan que el producto de sus actividades sean eliminados de su entorno, se aislen o se desaparezcan, por lo que nace la necesidad del manejo adecuado de los mismos.

2.1.2 RESIDUO

El término residuo que bien puede usarse indistintamente como desecho, se define con dos diferentes enfoques en importantes leyes mexicanas, La LGEEPA los define como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. Esta definición es arcaica e ineficiente puesto que propicia la disposición final de los residuos sin una etapa previa que incentive su aprovechamiento al considerar a los residuos como algo inservible ya sea para reutilizarlos o reciclarlos.

Por otro lado la LGPGIR, define a los residuos como un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser

susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta misma Ley y demás ordenamientos que de esta se deriven.

En este trabajo se considerará la definición de residuo establecida por la LGPGIR, ya que esta última reconoce que los residuos puedan reintegrarse a algún ciclo productivo y no como algo inservible, sin utilidad y por lo tanto descartable.

2.1.3 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En la actualidad, La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el año 2003, define en el artículo 5 fracción XXXIII a los residuos sólidos urbanos (RSU) como: "...Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole (peligrosos, incompatibles o de manejo especial)...".

Los RSU son el subproducto de la actividad del hombre y se han producido desde los albores de la humanidad. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial.

Los RSU provienen de actividades llevadas a cabo en los hogares, lugares públicos, servicios privados, construcción, establecimientos comerciales, servicios y en escuelas públicas y privadas.

2.2 CLASIFICACIÓN

Clasificar los residuos que se generan en las múltiples actividades que desarrolla el hombre, puede resultar muy complejo ya que tanto las fuentes que los generan, como la composición misma de los residuos es muy variable, lo cual dificulta el establecimiento de criterios de clasificación perfectamente bien definidos. Los residuos pueden clasificarse de acuerdo a su composición (en orgánicos e inorgánicos), por la factibilidad para su aprovechamiento (en reciclables y no reciclables) y por su origen en actividad antropogénica (institucionales, domésticos, comerciales, industriales, entre otros).

2.2.1 POR SU COMPOSICIÓN

De acuerdo con su composición los RSU se clasifican en:

- Residuos orgánicos: se componen de materia orgánica que por definición corresponde a “todo aquello de origen biológico, que en algún momento tuvo vida”.
- Residuos inorgánicos: son conocidos también como residuos secos, de lenta degradación o no biodegradables, debido a que pueden permanecer en el ambiente por largos periodos sin degradarse. Este grupo incluye a su vez, dos tipos de residuos, los reciclables y los no reciclables:
 - Los reciclables por sus características en composición aún son aptos para elaborar otros productos o re-fabricar los mismos, ejemplos de estos se tiene el plástico, vidrio y metales. El papel y el cartón (ambos residuos de tipo orgánico), se pueden reclasificar dentro de la categoría de residuos inorgánicos de tipo reciclable, para facilitar su acopio y evitar su contaminación por contacto con los residuos orgánicos.
 - Los no reciclables, conocidos también como el resto, otros o basura, se componen de residuos con muy pocas posibilidades de reciclaje, ya sea por la naturaleza

misma de los materiales con que están elaborados, tener una alta carga microbiana potencialmente patógena, o estar altamente contaminados (mezclados) con otras fracciones de residuos. Ejemplo de este tipo de residuos se tienen los desechables, residuos sanitarios, etc.

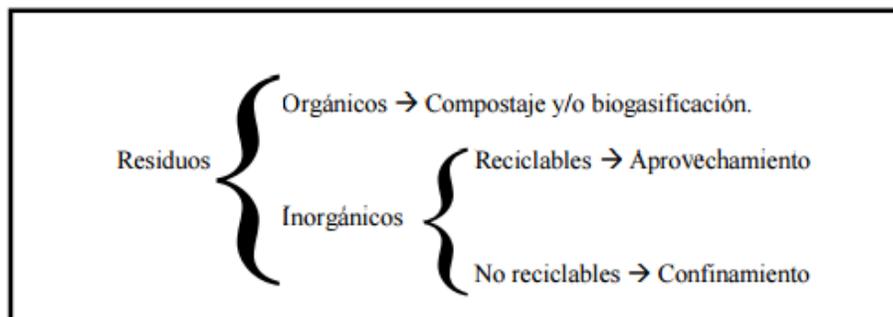


Figura 1. Clasificación general de residuos y formas más comunes de aprovechamiento.

2.2.2 POR SU ORIGEN

Se muestra una clasificación detallada para cada uno de los residuos de acuerdo a su origen como resultado de diversas actividades antropogénicas:

- Residuos domésticos o domiciliarios (RD): corresponden a los generados en las distintas actividades desarrolladas en una vivienda. Se componen por una fracción orgánica, inorgánica y una cantidad pequeña de RP. Constituyen aproximadamente entre el 50 al 75 % del total de los residuos.
- Residuos comerciales y de servicios: formados por residuos de tipo doméstico pero su composición depende del sector comercial, por ejemplo: balnearios, circos, cines, teatros, estadios, hipódromos, plazas, mercados, tianguis, centros de abasto, hoteles, oficinas, rastros, panteones, restaurantes, tiendas, terminales de medios de transporte. Constituyen entre 10 a 20 % del total de residuos.

- Residuos institucionales: generados en escuelas, centros de investigación, instituciones públicas y privadas, oficinas de gobierno, museos, iglesias, bancos, reclusorios. Constituyen del 5 al 15 % del total de residuos.
- Residuos voluminosos: pueden ser tanto de origen domiciliario como comercial y por sus características (forma, tamaño, volumen, peso) son difíciles de transportar por los servicios convencionales de recolección.
- Residuos de construcción y demolición: son residuos inertes como piedras, escombros, hormigón, ripio, ladrillos, madera, vidrio, plástico, piezas de calefacción, de fontanería.
- Residuos de servicios públicos municipales: como resultado del barrido de calles y avenidas, la limpieza de jardines y todo tipo de residuos arrojados a la vía pública, incluyendo carreteras (federales y estatales), parques y jardines, zoológicos, playas, áreas arqueológicas, parques nacionales, entre otras. Estos residuos pueden representar entre el 10 al 20 % del total de residuos.
- Residuos de plantas de tratamiento: como resultado de la potabilización del agua (lodos de aguas residuales) y cenizas de incineradores.
- Residuos industriales asimilables a urbanos (RIAU): procedentes de parques industriales.
- Residuos hospitalarios: generados en establecimientos de atención a la salud humana (hospitales, ambulatorios, centros de investigación), con características potenciales biológico-infecciosos.
- Residuos agrícolas y ganaderos: compuestos por materia rápidamente putrescible, además de otros residuos de tipo peligroso contenidos en recipientes de diversos materiales.
- Residuos industriales: provienen de la pequeña industria y talleres artesanales. Este componente varía mucho de acuerdo a las características de las ciudades y podrían representar entre 5 y 30 % del total de residuos.

2.3 MANEJO DE LOS RESIDUOS

El manejo de residuos sólidos es un conjunto articulado de acciones normativas, operativas, financieras y de planificación, basándose en criterio sanitarios ambientales, sociales, políticos, técnicos, educativos, culturales, estéticos y económicos, para la generación y disposición final de los residuos.

El manejo de los residuos (MR) se refiere tradicionalmente al conjunto de etapas que se realizan con los residuos desde que se generan en la fuente hasta su disposición final.

El proceso de manejo de residuos se divide en seis etapas: 1. Generación; 2. Almacenamiento; 3. Recolección y transporte; 4. Transferencia; 5. Tratamiento y 6. Disposición final.

2.4 MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

En México, el enfoque del manejo integral de los residuos (MIR) es tratar de resolver, de una manera socialmente deseable el problema que éstos representan para la salud humana y el ambiente.



Figura 2. Enfoque tradicional de manejo integral de los residuos en México en relación al establecimiento de una jerarquía.

El MIR involucra la realización de actividades jerárquicas iniciando con acciones de prevención, reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, recuperación de energía y por último la disposición final de residuos.

Para considerar un plan de manejo integral, las actividades que deben de realizarse son: reducción o minimización en la fuente, separación (orgánico y tipos de inorgánico) para realizar la valorización mediante el reúso o reciclaje de los residuos, almacenamiento (in situ y temporal), recolección y transporte, transferencia, tratamiento (biológico, químico, físico o térmico) y disposición final; adaptándose a las condiciones de cada lugar, buscando el aprovechamiento de los residuos y evitando el impacto ambiental.

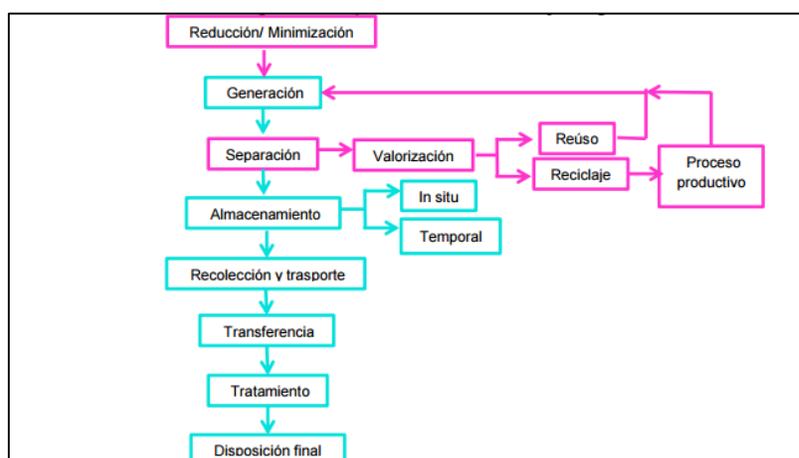


Figura 3. Etapas del sistema de manejo integral de RSU.

En el diagrama de flujo se observa en color azul las actividades del sistema de RSU actual y en color rosa las actividades que hacen que el sistema sea integral.

2.5 GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

En México la LGPGIR define a la GIRS como el "...conjunto articulado e interrelacionado de acciones 1) normativas, 2) operativas, 3) financieras, 4) de

planeación, 5) administrativas, 6) sociales, 7) educativas, 8) de monitoreo, 9) supervisión y 10) evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región...”.

La GIRS comprende acciones de manejo pero desde un punto de vista global o totalizador, es decir, involucra tanto actividades de tipo administrativas (como son la capacitación de personal y fortalecimiento institucional), financieras, legales, de planeación, de ingeniería y participación ciudadana, que incluyen por ejemplo la expedición de reglamentos de limpia, estímulos para la reducción de la generación, promoción de centros de acopio, gestión de apoyos, recursos y de equipo, así como el impacto al ambiente natural y social.

En sentido estricto, la GIRS se suele definir como el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia posibilidades de recuperación y comercialización, coste de tratamiento y normativa legal. Esta definición se vincula naturalmente con lo que podemos llamar un “enfoque post-consumo” de la GIRS, que consiste en tomar como dada la cantidad y composición de residuos generados y establecer la combinación más apropiada de métodos para su tratamiento.

La GIRS comprende un amplio número de organismos públicos sectoriales, no existiendo una institución formal con responsabilidades y competencias específicas sobre el conjunto del manejo de los residuos sólidos.

La GIRS ha sido abordada en varias oportunidades por la opinión pública, la prensa, el gobierno, la comunidad entre otros. Sin embargo, sólo han desarrollado planes desde una óptica medioambiental, no sustentable desde el punto de vista económico.

3 MARCO CONTEXTUAL – CD. LERDO, DGO.

3.1 LOCALIZACIÓN

Cd. Lerdo, se ubica en la región noreste del municipio de Lerdo en el estado de Durango, con coordenadas $25^{\circ} 32' 10''$ de latitud norte, $103^{\circ} 31' 28''$ de longitud oeste; altitud media de 1130 m. La superficie territorial de ciudad Lerdo es de 2,299.476 ha y representa el 1.09% de la superficie del municipio. Mientras que la superficie aproximada del Municipio es de 210,545.8 ha lo cual representa el 1.7% de la superficie estatal. Colinda al norte con los Municipios de Mapimí y Gómez Palacio; al sur con los Municipios de General Simón Bolívar y Cuencamé; al este con el Municipio de Gómez Palacio y el estado de Coahuila y al oeste con los Municipios de Mapimí y Nazas.

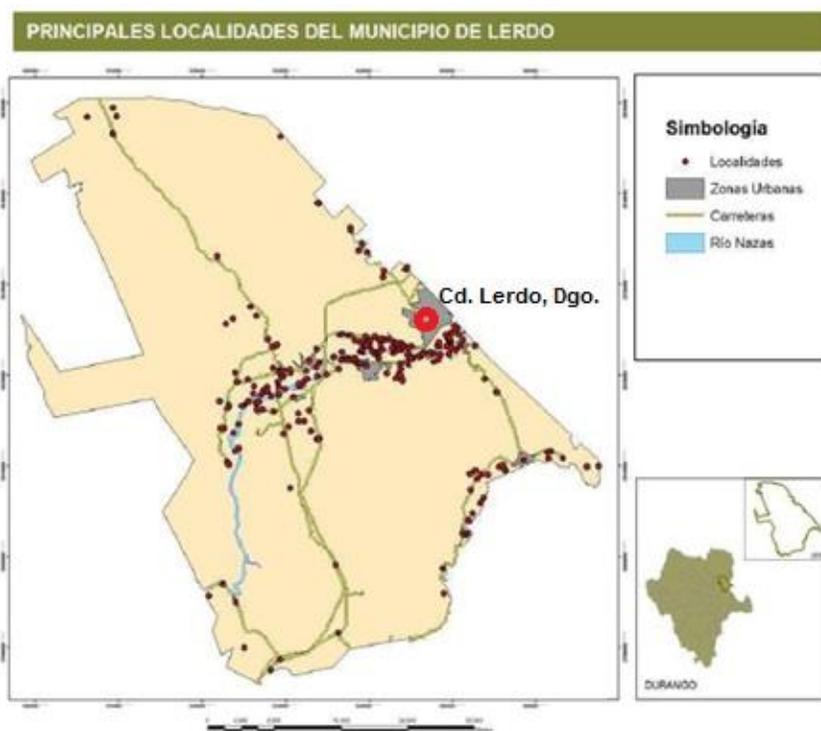


Figura 4. Mapa de Principales Localidades del Municipio de Lerdo.



Figura 5. Mapa de la superficie de Cd. Lerdo, Dgo.

3.2 MEDIO FÍSICO

3.2.1 HIDROLOGÍA

El total de la superficie del Municipio de Lerdo se encuentra en la gran región hidrológica 36, Nazas-Aguanaval que vierte sus aguas en el estado de Coahuila. A su vez, en el Municipio se encuentran dos cuencas: la Río Nazas-Torreón (A) con un 80% del total de la superficie y la cuenca Río Aguanaval (D) representando el 20% de la superficie restante (Figura 6).

Las subcuencas que se encuentran dentro de la cuenca Río Nazas-Torreón son: Subcuenca R. Nazas-Los Ángeles representando el 59.3% de la superficie del Municipio, Subcuenca R. Nazas-C. Santa Rosa con un 15.8%, Subcuenca P. Francisco Zarco con un 4.4% y la Subcuenca A. Cuencamé con un 0.5%; para la cuenca R. Aguanaval la única Subcuenca representada en el Municipio es la R. Aguanaval-Nazarenos.

La superficie de Cd. Lerdo, Dgo., se encuentra en la subcuenca R. Nazas-Los Ángeles y tiene un coeficiente de escurrimiento de entre 0 a 5% (Cuadro 1).

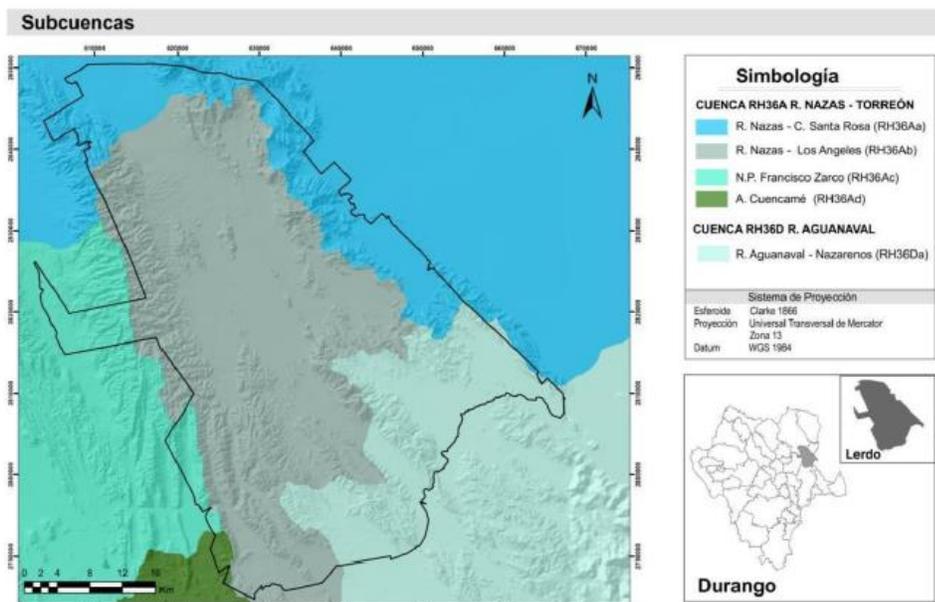


Figura 6. Subcuencas del Municipio de Lerdo.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Coefficiente de escurrimiento	Superficie en el Mpio. Has
Nazas-Aguanaval RH36	Río Nazas-Torreón (A)	R. Nazas-Los Ángeles	0 a 5%	38249.6
			5 a 10%	82503.5
			10 a 20%	4009.4
		Subcuenca R. Nazas-C. Santa Rosa	0 a 5%	16142.5
			5 a 10%	17213.4
			10 a 20%	1296.5
	P. Francisco Zarco	0 a 5%	2250.5	
		5 a 10%	5679.8	
	Río Aguanaval (D)	A. Cuencamé	0 a 5%	426.3
			5 a 10%	617.4
R. Aguanaval-Nazarenos		0 a 5%	17688.6	
		5 a 10%	24515.3	

Cuadro 1. Cuencas, subcuencas y coeficientes de escurrimientos presentes en el Municipio de Lerdo.

3.2.2 FISIOGRAFÍA

El 81.2% del Municipio de Lerdo se encuentra en la Provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental, la cual corre en sentido paralelo a la Costa del Golfo de México.

La provincia Sierras y Llanuras del Norte está representada en un 18.4% de la superficie del Municipio.

La Provincia fisiográfica Mesa del Centro representada en la parte suroeste en el Municipio con un 0.4%, Dentro de las Provincias presentes en el Municipio se encuentran tres subprovincias: Sierras Transversales, Del Bolsón de Mapimí y Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (Figura 7).

La superficie de Cd. Lerdo, Dgo., se encuentra dentro de la subprovincia del bolsón de Mapimí

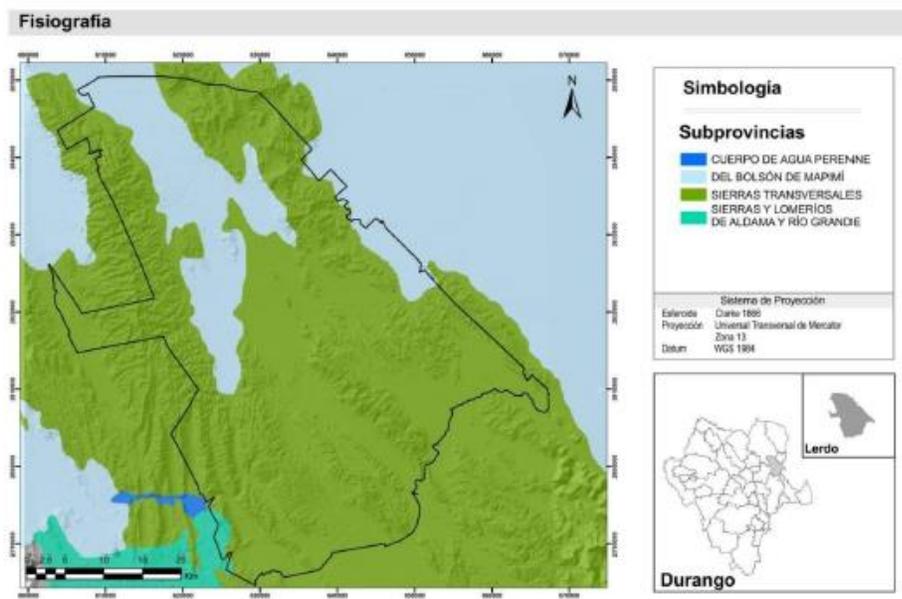


Figura 7. Subprovincias fisiográficas del Municipio de Lerdo.

3.2.2 CLIMA

De acuerdo con el sistema de clasificación climático de Köppen propuesto en 1936 y modificado por Enriqueta García en 1964 para adaptarlo a las condiciones particulares de México, en Cd. Lerdo, Dgo., el clima es muy seco semicálido con lluvias en verano (87.3%), el cual predomina típicamente en sus amplios llanos desérticos (bolsones) y en las bajadas tendidas de las sierras, en terrenos generalmente más bajos que 1400 m de altitud, con suelos típicos de zonas áridas y vegetación de matorrales desérticos o bien, halófila. El porcentaje de lluvias invernales es entre 5 y 10.2%. La temperatura media anual es de unos 18 a 22°C. La media mensual más alta llega a rebasar los 30°C, y la mínima a ser menor a 12°C (Figura 8).

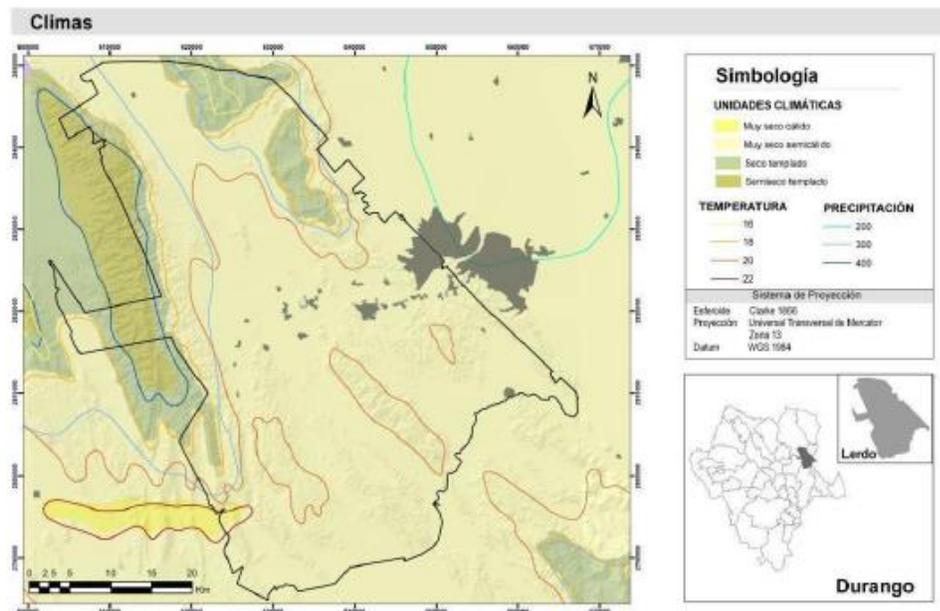


Figura 8. Climas presentes en el Municipio de Lerdo.

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 BIODIVERSIDAD

El municipio de Lerdo forma parte de la región del semidesierto del estado de Durango, dicha región es privilegiada por una serie de atributos y vocaciones naturales que pueden ser utilizados para el desarrollo económico y cultural de sus pobladores, considerando el aprovechamiento de sus recursos bajo un esquema sustentable. Un factor muy importante que vale la pena destacar en el municipio de Lerdo, es la presencia de una alta diversidad de nichos ecológicos, de especies animales y vegetales.

En el área se registran especies de plantas útiles que han sido aprovechadas durante mucho tiempo por los pobladores locales, como: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Euphorbia antisiphylitica* (candelilla) y *Partenium argentatum* (guayule), entre otras.

En la fauna destacan el *Canis latrans* (coyote), *Lepus californicus* (liebre), *Sylvilagus audubonii* (conejo), *Lynx rufus* (gatomontés), especies del orden *Squamata* (víboras, culebras y lagartijas) etc.

3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO E INFRAESTRUCTURA SOCIAL

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2010, el Municipio de Lerdo cuenta con 141,043 habitantes de los cuales 69,737 son hombres y se cuenta con 71,306 mujeres. A la vez Cd. Lerdo cuenta con 79669 habitantes de los cuales 39038 son hombres y 40631 son mujeres. La edad mediana de la población se encuentra en los 25 años.

La esperanza de vida en la población del Municipio (76.4 años) es ligeramente mayor que el promedio estatal (75.82 años). Los servicios públicos principales como son agua entubada (0.97), drenaje (0.88) y electricidad (0.99) son adecuados para la población. El producto interno bruto per cápita en la población del Municipio, es más alto en relación al promedio estatal, sin embargo más bajo que lo reportado por Municipios como Durango y Gómez Palacio. En lo que es la actividad manufacturera se tiene un PIB de 6.6%. Un factor de importancia para determinar la calidad de vida de la población es el índice de alfabetización. La condición para leer y escribir en el Municipio, es igual (0.96) al promedio estatal.

	Durango (Estado)	Lerdo	Durango	Gómez Palacio	Coahuila	Saltillo	Matamoros	Torreón
Esperanza de vida (Años)	75.82	76.4	75.71	75.2	74.6	75.3	75.3	74.13
Índice de Agua entubada	0.91	0.97	0.99	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
Índice de drenaje	0.82	0.88	0.93	0.92	0.91	0.97	0.86	0.97
Índice de Electricidad	0.96	0.99	0.98	0.98	0.96	0.99	0.96	0.99
Índice de desarrollo humano con servicios	0.86	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89	0.87	0.89
Rango en el país (estado) o en el estado (Municipio)	15	5	1	4	5	3	14	4
P.I.B. Per capita	1415.9	1466.0	1552.5	1632.6	2207.2	2269.9	1904.3	2394.5
Índice de desarrollo humano per cápita	0.74	0.82	0.88	0.82	0.83	0.84	0.82	0.84
Índice de desarrollo humano relativo al genero	0.80	0.81	0.82	0.81	0.83	0.84	0.81	0.83
Índice de alfabetización 15 o más años	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.94	0.98

Cuadro 2. Indicadores de Desarrollo Humano.

4 MARCO LEGAL

La responsabilidad de MRSU en la mayoría de los países recae en las autoridades locales y México no es la excepción. En México existe una regulación ambiental constituida por leyes, normas, planes, programas y reglamentos; con impacto en la administración de los mismos tanto para los municipios como para las empresas privadas que ofrecen el servicio de recolección y disposición final.

En la Figura se ejemplifica la escala jerárquica y especificidad de los diferentes instrumentos legales en México.

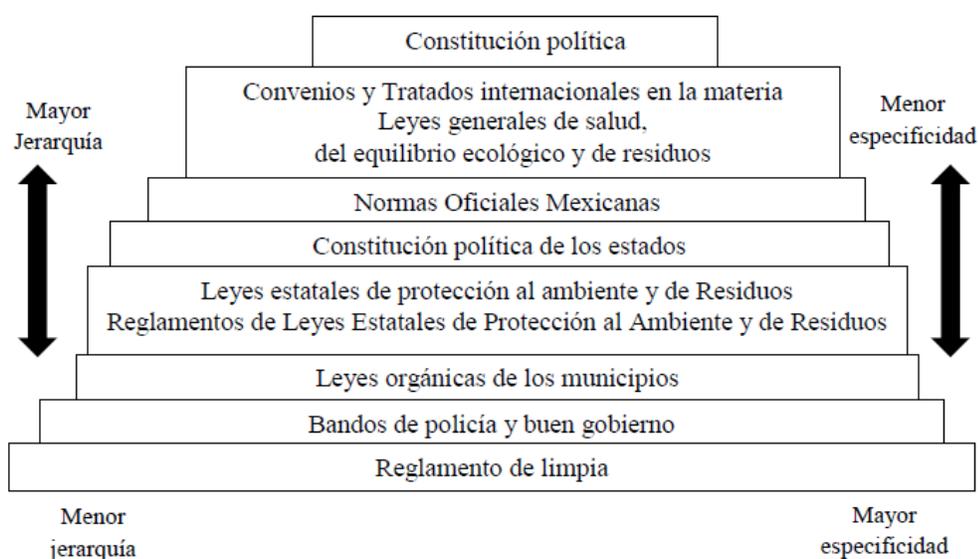


Figura 9. Jerarquía de instrumentos legales en materia de manejo de residuos sólidos urbanos en México.

4.1 MARCO LEGAL FEDERAL

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 115, fracción III, inciso cindica: *“Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: ...c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.*

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos: Garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En su Artículo 6 plantea que la Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales. Y en su Artículo 7, fracciones III, IV y V menciona que la federación tiene la facultad para expedir las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

Normas Oficiales Mexicanas: Que establecen los requisitos y especificaciones que permiten la instrumentación de las disposiciones contenidas en las leyes y reglamentos, son desarrolladas y aprobadas para su publicación por los Comités Nacionales de Normalización (en este caso el “Comité Nacional de Normatividad Ambiental”), los cuales se apoyan para ello en los Subcomités que cubren las distintas materias (en este caso el “Subcomité de Residuos”).

NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual establece las especificaciones de selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Normas Mexicanas: Se relacionan con la determinación de la generación y composición de los residuos sólidos municipales y las determinaciones en laboratorio de diferentes componentes.

4.2 MARCO LEGAL ESTATAL

Constitución Política del Estado de Durango: Dentro de los artículos referentes a los municipios se mencionan las facultades que tienen los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública.

Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Durango: Indica que las disposiciones contenidas en esta Ley son de orden público y obligatorio en todo el territorio del estado de Durango, de interés general y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la gestión y el manejo integral de los residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos de control local, así como la prevención de la contaminación de sitios por residuos y su remediación, con base en la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los distintos sectores sociales y las autoridades de los tres órdenes de gobierno.

Por lo que; queda claramente diferenciado las funciones que deben realizar los municipios y la entidad estatal, así como los generadores, y en su caso la participación coordinada de los sujetos a cumplir con esta Ley.

Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango: Establece disposiciones de observancia obligatoria para cada Municipio, teniendo como

objetivo la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Normas Técnicas Estatales: La LGASED puede considerar la elaboración de normas técnicas estatales en la materia, con carácter obligatorio.

4.3 MARCO LEGAL MUNICIPAL

Ley Orgánica del Municipio Libre: Establecen las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atiendan los servicios públicos.

Bando de Policía y Buen Gobierno: Plantean el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración pública municipal.

Reglamento de Protección al Medio Ambiente de Lerdo, Estado de Durango: tiene como fin establecer los principios, normas y acciones para asegurar la preservación, protección, mejoramiento, instauración o restauración del medio ambiente; así como de su desarrollo sustentable y de la preservación de los recursos naturales, control, mitigación de los contaminantes y de sus causas, con la finalidad de evitar el deterioro e impacto ambiental y para coordinar la Gestión Ambiental municipal, y se traduzca en una mejor calidad de vida para los habitantes del Municipio.

Reglamento de Limpia: El reglamento regula específicamente los aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para la prestación del servicio de limpia.

5 FACTORES DETONANTES DE LA PROBLEMÁTICA EN TORNO AL MANEJO INTEGRAL DE RSU

La problemática en torno al manejo integral de RSU se encuentra ampliamente extendida a nivel mundial, debido a que las tasas de generación de residuos son cada vez más elevadas, además de que los espacios para disponer los residuos son cada vez más limitados, la cultura para su manejo es retrograda, y se tienen grandes deficiencias en infraestructura por parte de las autoridades; en México se espera que este tema crezca en importancia por la dinámica demográfica que se está presentando.

En países en vías de desarrollo como México, la principal aspiración se limita a la recolección, transporte y disposición final de los residuos lejos de los centros de población, y el problema se acentúa, como consecuencia de una gran variedad de factores.

En la mayoría de los municipios de México, las estrategias de manejo integral de RSU son deficientes; este problema se extiende desde pequeños asentamientos humanos hasta las grandes zonas urbanas.

Algunos de los factores que destacan se encuentran la falta de personal capacitado, es decir, la baja profesionalización y liderazgo de los funcionarios involucrados en la administración pública local, deficiencias institucionales, reglamentarias de fiscalización y gestión, la creciente demanda del servicio por la población en aumento, la falta de información básica y el escaso conocimiento sobre las cantidades y composición de los RSU, como consecuencia de los inexistentes sistemas de monitoreo permanentes y la falta de asesoría técnica.

El cambio continuo de las políticas públicas en la materia. Los cambios en la administración municipal cada tres años, implica la movilidad frecuente y la rotación del personal que trabaja en los servicios urbanos de limpia, sobre todo de mandos medios y altos; La SEMARNAT considera que esto provoca que no haya una planeación a largo plazo, imponiendo una perspectiva de gobierno limitada e inhibiendo a su vez las decisiones estratégicas en materia de infraestructura

ambiental en el manejo integral de RSU que exigen periodos relativamente largos de maduración y procesos complejos de licitación, concesión y contratación de empresas privadas.

5.1 PERJUICIOS POR EL MANEJO INADECUADO DE RSU

Los RSU no son otra cosa que recursos naturales transformados en restos de alimentos, empaques, envases y embalajes, los cuales tuvieron un alto costo ambiental; es decir que para su producción ya se consumió agua, y se contaminó el agua, aire y suelo, pero si además, no se promueve su manejo adecuado, el daño se presenta de manera acumulativa. Sistemas ineficientes de manejo provocan una disminución de la calidad de vida de sus habitantes. Esta problemática se puede observar a grandes escalas desde el punto de vista ambiental, social, económico y de infraestructura urbana.

Desde el punto de vista ambiental, el manejo ineficiente de los residuos se refleja en la contaminación de recursos hídricos, suelo, aire y paisaje. La contaminación de los recursos hídricos aunado a la contaminación del suelo, se debe en gran medida a la disposición de materia orgánica puesto que esta última contribuye en la generación de lixiviados y la contaminación subsecuente del agua, la cual puede conducirse por percolación a los mantos freáticos, pudiendo afectar tanto la biota acuática como terrestre. La contaminación del aire se da por procesos de combustión, incendios espontáneos que contribuyen a su vez en la generación de gases contaminantes, algunos de ellos considerados causantes del efecto invernadero asociados al cambio climático, como son el gas metano y el bióxido de carbono, entre otros.

Como parte del daño a la infraestructura urbana se tiene el deterioro mismo de la imagen urbana, así como de paisajes naturales y otros espacios públicos debido al impacto visual claramente negativo que causan los residuos tras su disposición sistemática o de manera difusa en áreas públicas como calles, lotes

baldíos, barrancas, y causes de agua con una consecuente devaluación de las propiedades.

El manejo inadecuado de los residuos también representa un riesgo social desde el punto de vista de salud pública, los principales afectados son las personas involucradas en cualquiera de las etapas de manejo, tales como los pepenadores tanto primarios como secundarios que recuperan residuos a línea de acera y en sitios de disposición final, respectivamente; Los pepenadores tienen mayor riesgo de contraer afecciones ya que se mantienen en contacto más o menos directo con residuos y sus agentes físicos, químicos y biológicos, en condiciones insalubres, con malos olores, en contacto con fauna nociva, enfermedades infectocontagiosas así como agentes biológicos patógenos, enfermedades que afectan el sistema digestivo y respiratorio, incidentes en alergias e infecciones de la piel y los ojos, además del riesgo de sufrir lesiones por explosiones en los sitios de disposición final provocadas por acumulación de biogás.

Como parte de los conflictos económicos derivados del manejo inadecuado de los RSU, se tiene el creciente aumento de los costos a los municipios para cubrir el servicio de recolección, transporte y disposición final, así como de salarios, equipo, combustibles, lubricantes y mantenimiento, lo cual se demanda día a día por un mayor número de habitantes.

5.2 BENEFICIOS POR EL MANEJO ADECUADO DE RSU

Los beneficios económicos son reducidos y no representan realmente lo que implica el adecuado manejo integral de RSU, se contemplan por ejemplo la valorización de los residuos recuperados, la venta de composta y gas metano, la obtención de ingresos por la venta de bonos de carbono, generación de energía por incineración, el aumento del valor de los terrenos recuperados por rellenos sanitarios, entre otros beneficios secundarios. Además de otros beneficios como son el incremento de la vida útil de los sitios de disposición final.

La implementación de estrategias eficientes de manejo integral de RSU permite reducir la presión que se ejerce sobre los recursos naturales de los cuales se extraen las materias primas con las que se fabrican los productos de consumo, también permite mantener los residuos en la actividad económica como subproductos. Además se puede disminuir la presión sobre los servicios de limpia, al reducirse su volumen de manera considerable.

6 ETAPAS DEL MANEJO INTEGRAL DE RSU

A continuación se describe la situación en torno a las etapas de manejo de RSU en Ciudad Lerdo, Dgo., esto es principalmente a través de la revisión bibliográfica de trabajos de investigación locales.

6.1 GENERACIÓN

La ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, define en su artículo 5, sección VIII, a la generación como la *“acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo”*.

6.1.1 PRINCIPALES FACTORES QUE MODIFICAN LA GENERACIÓN DE RSU

La generación, composición y volumen de los RSU generalmente varía de un lugar a otro. La homogeneidad no se mantiene a ningún nivel, ya sea nacional, regional, local o por colonias así como tampoco conforme transcurre el tiempo.

La variación en la generación y composición de los RSU está en función de una combinación de factores. La lista de factores puede resultar virtualmente interminable, sin embargo, se pueden separar en dos grandes grupos:

- **Económicos, demográficos, de educación y cultura**

- *Tamaño de la población e índice de crecimiento demográfico:* el crecimiento poblacional contribuye directamente al incremento en la generación de residuos, cada nueva persona que se integra a la ciudad desecha una cierta cantidad de residuos al satisfacer sus necesidades.

- *Nivel de vida económico:* esta es una de las variables con mayor poder explicativo sobre la cantidad de residuos generados en una localidad. El nivel socioeconómico se puede relacionar con el poder adquisitivo y finalmente con el estrato socioeconómico al que pertenece cada sector de la población. De acuerdo con un análisis de la OCDE, existe una relación entre el aumento del producto interno bruto (PIB) y la capacidad de gasto de la población y el incremento del volumen de generación de residuos sólidos, lo que asocia a dicha generación con la producción y consumo de bienes.

- *Tipo de asentamiento humano:* grado de urbanización en una sociedad y las tendencias acentuadas de éxodo rural. La urbanización trae consigo un profundo cambio cultural y en los patrones de consumo, que se refleja inmediatamente en la composición de los residuos generados. En zonas semirurales o rurales la generación suele ser más baja, por el contrario, en grandes ciudades y zonas metropolitanas la generación se incrementa.

- *Estructura por edades de la población:* la pirámide por edades de la población aunada al grado de consolidación urbano, mantiene una relación estrecha con las tasas de fecundidad lo cual a su vez tiene un efecto importante en la tasa de crecimiento poblacional, cuando las sociedades se desarrollan y se urbanizan, se reduce drásticamente las tasas de fecundidad.

- *Diferencias culturales y de educación*: van en relación con las costumbres y hábitos de consumo: alimentación, limpieza, así como otras actividades laborales y domésticas. Algunos hábitos negativos como el de úselo y tírelo, la propensión al consumo, la opulencia y patrones de consumo marcados por el desperdicio, la creación de imágenes de productos suntuarios, así como la incapacidad para diferenciar la basura y los residuos.

- **Geográficos, climáticos y temporales**

- *Zona geográfica*: en México, la generación y composición de RSU no es homogénea en todo su territorio, sino que responde a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo. Por ejemplo, en la zona centro y sur de México, la generación de residuos orgánicos es mayor que en la zona norte, y la GPC de RSU es mayor en la zona fronteriza y Norte.

- *Clima*: el nivel de precipitación pluvial puede influir en el contenido de humedad de los residuos. También se sabe que en zonas cálidas, los residuos de jardín se recolectan en mayores cantidades y en periodos más largos.

- *Época del año*: la variación en la generación se presenta diaria, semanal, mensual y estacionalmente. En verano por ejemplo, se presenta un aumento en la generación de residuos orgánicos debido a la disponibilidad de una serie de frutas y verduras, mientras que en invierno se reducen hasta en un 10 %, aumentando los residuos inorgánicos de lenta degradación derivados de festejos tales como botellas de vidrio, latas, envolturas, etc.

- *Día de la semana*: los índices de generación bajan los miércoles y jueves en comparación con los otros días de la semana. Mientras que los fines de semana se generan mayor cantidad de residuos por actividades recreativas, fiestas y reuniones, entre otras.

6.1.2 GENERACIÓN TOTAL DE RSU

En el municipio de Lerdo se generan en promedio 171 toneladas al día de residuos, de estas 110 toneladas son recolectadas.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	GENERACIÓN KG/DÍA	%
Canatlan	31,402	30,366	1.71
Canelas	4,116	1,679	0.09
Coneto de Comonfort	4,527	1,847	0.10
Cuencamé	33,653	32,542	1.83
Durango	582,018	707,152	39.82
El Oro	11,333	6,267	0.35
Gómez Palacio	328,159	398,713	22.45
General Simón Bolívar	10,626	4,335	0.24
Guadalupe Victoria	34,104	32,979	1.86
Guanaceví	10,030	5,547	0.31
Hidalgo	4,265	1,740	0.10
Inde	5,281	2,155	0.12
Lerdo	141,021	171,341	9.65
Mapimi	25,132	24,303	1.37
Mezquital	33,436	32,333	1.82
Nazas	12,414	12,004	0.68
Nombre de Dios	18,485	17,875	1.01
Nuevo Ideal	26,113	25,251	1.42
Ocampo	9,633	3,930	0.22
Otáez	5,209	2,125	0.12
Pánuco de Coronado	11,941	11,547	0.65
Peñón blanco	10,482	4,277	0.24
Poanas	24,913	24,091	1.36
Pueblo Nuevo	49,192	47,569	2.68
Rodeo	12,788	12,366	0.70
San Bernardo	3,433	1,401	0.08
San Dimas	19,695	19,045	1.07
San Juan de Guadalupe	5,944	2,425	0.14
San Juan de Río	11,831	6,543	0.37
San Luis del Corcero	2,181	890	0.05
San Pedro del Gallo	1,709	697	0.04
Santa Clara	6,997	2,855	0.16
Santiago Papasquiaro	44,993	43,508	2.45
Súchil	6,761	2,758	0.16
Tamazula	26,368	25,498	1.44
Tepehuanes	10,739	10,385	0.58
Tlahualilo	22,241	21,507	1.21
Topia	8,578	3,500	0.20
Vicente Guerrero	21,117	20,420	1.15
TOTAL	1,632,860	1,775,765	100

Cuadro 3. Generación de RSU por municipio en Durango.

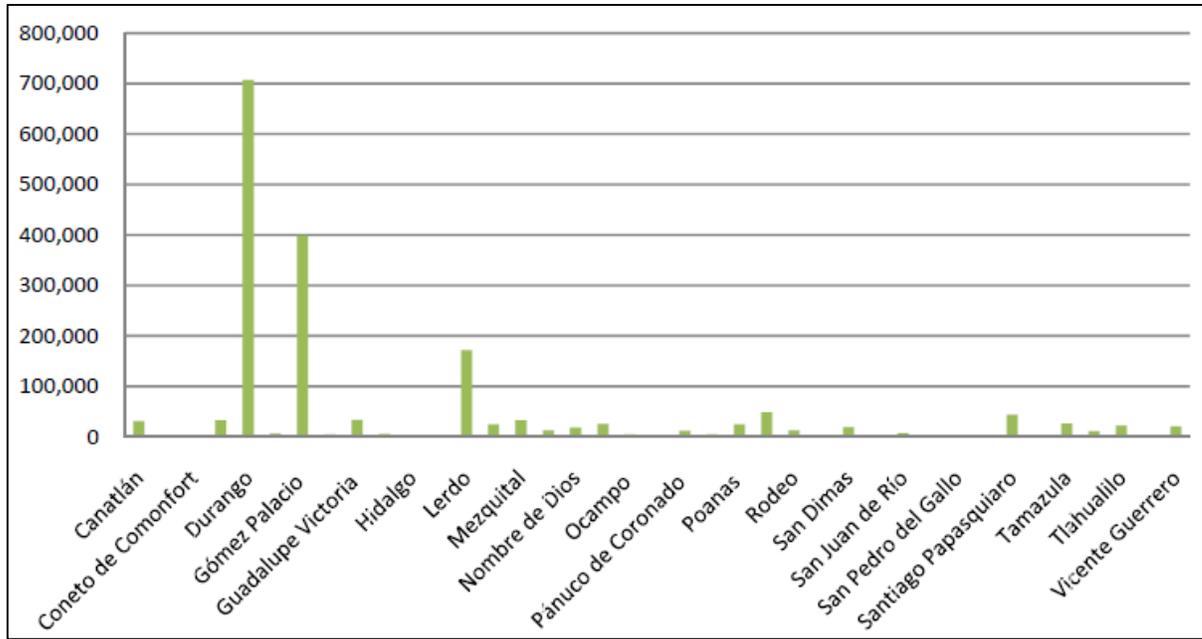


Figura 10. Generación de RSU por municipio.

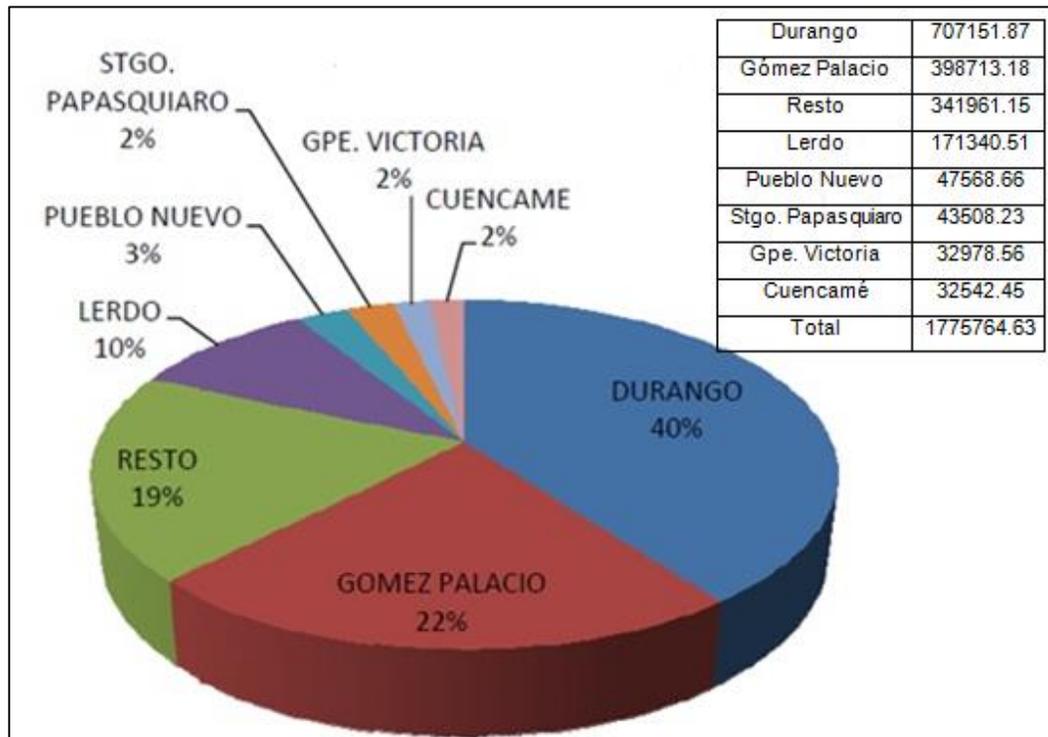


Figura 11. Porcentaje de generación de RSU por municipio.

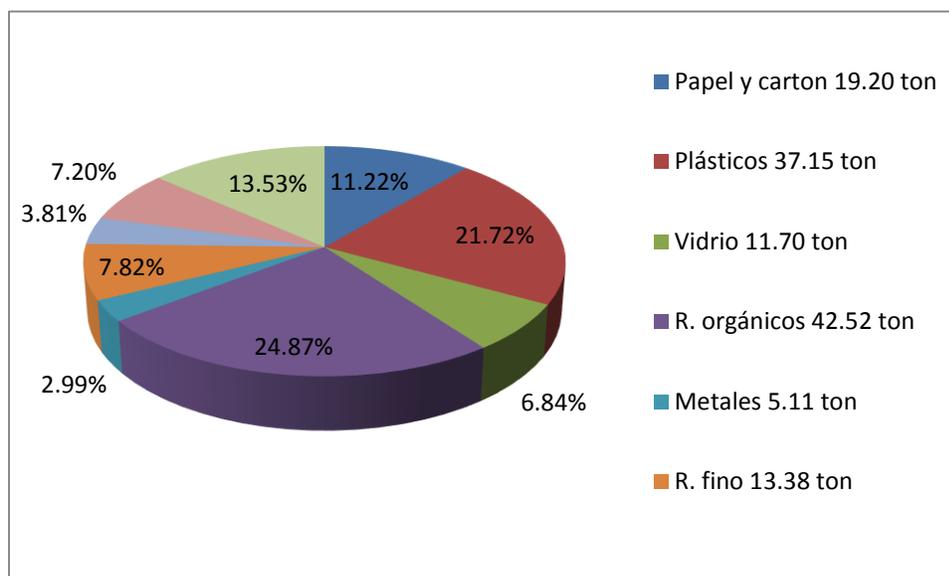


Figura 12. Porcentaje de generación por tipo de RSU del municipio de Lerdo, Dgo.

6.1.3 GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSU

De acuerdo al estudio técnico para el ordenamiento ecológico y territorial del municipio de Lerdo, Dgo. En el municipio se tiene una generación per cápita de 1.08 Kg/día/hab.

6.2 ALMACENAMIENTO Y SEPARACIÓN

Debido a que los residuos generados no se pueden eliminar de inmediato, se requiere de un tiempo, un depósito y un lugar adecuado para almacenarlos, evitando cualquier riesgo a la salud pública o al ambiente, hasta que sean re-utilizados, comercializados o depositados finalmente en un relleno sanitario.

Comúnmente, al realizar un recorrido por Cd. Lerdo, Dgo., se puede encontrar gran cantidad de objetos o recipientes inadecuados para el almacenamiento temporal de

los RSU, predominando las bolsas de plástico proporcionadas, generalmente, por supermercados y tiendas de autoservicio además de contenedores de plástico o metal, cajas de cartón o madera, etc. Recipientes que no fueron diseñados específicamente para almacenar residuos por lo que su vida útil y eficiencia es limitada, convirtiéndose en un desecho más a la lista.

Como bien se sabe, los recipientes antes mencionados son comúnmente usados en los hogares para el almacenamiento temporal de los RSU constituyendo un problema en su operación y manejo, debido a su poca resistencia causando deficiencias en el servicio de recolección y dando mala imagen en la ciudad.

Otro aspecto importante son los dispositivos de almacenamiento en la vía pública, los cuales son inexistentes o no son fáciles de localizar e identificar y cuando están presentes las condiciones en las que se encuentran son pésimas o la recolección de los RSU contenidos no se lleva a cabo con regularidad, dañando la escasa infraestructura y ocasionando un gasto más por su mantenimiento o reposición. En cuanto al aspecto de salud pública y ambiental, se generan pequeños tiraderos alrededor de los contenedores, con la consecuente proliferación de fauna nociva, malos olores, afectación al paisaje e invariablemente el rechazo de la población.

Para esta situación debería de considerarse la presencia de zonas y recipientes diseñados específicamente para cada tipo de residuo y subproductos, tomando en cuenta volúmenes y cantidades de estos.

Los contenedores se deben elaborar de colores distintos o ser señalizados dependiendo el residuo, la diferenciación se realiza para no confundir los residuos evitando su contaminación y que no pierdan el valor que poseen. Los colores (figura 13) que se deben utilizar para realizar una separación adecuada son:

Exclusivamente para material orgánico

Residuos inorgánicos

Para todo tipo de papeles: periódicos, revistas, papeles de envolver o folletos publicitarios

Todo tipo de envases y productos fabricados con plástico

Verde
 Gris
 Amarillo
 Azul marino
 Azul turquesa
 Verde agua
 Café
 Violeta



Figura 13. Clasificación por colores en los contenedores.

6.2.1 IMPORTANCIA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RSU

Generalmente el manejo de los residuos durante la etapa de generación y pre-recolección, es a juicio personal de cada uno de los ciudadanos; las opciones de manejo dependerán de una gran variedad de factores entre los que destacan el grado de escolaridad, nivel socioeconómico y su nivel cultural en general. De acuerdo con, existe una correlación entre la educación de la población y la limpieza. En general, mientras mayor sea el nivel de educación de la población, mayor será la conciencia ecológica y ambiental, y más arraigados sus hábitos de higiene personal, limpieza de sus viviendas y áreas públicas y también estarán más capacitados para exigir mejores servicios públicos.

Para inducir el cambio de conductas y actitudes en la sociedad hacia el manejo adecuado de los RSU, la comunicación que se tenga con los ciudadanos será un aspecto fundamental, esta sólo será posible a través de un refuerzo en las actividades de difusión y educación. A través de las campañas debe quedar claro que la gestión de residuos no puede seguir siendo un esfuerzo exclusivamente de las autoridades municipales, sino de colaboración, y de responsabilidad compartida entre generadores, productores y gobierno, de lo contrario, es decir sino se persuade y concientiza a la población acerca del deterioro del ambiente y las formas adecuadas de manejo de residuos, enfrentarse a resolver el problema puede resultar titánico.

La SEMARNAT recomienda realizar campañas utilizando los medios de comunicación masiva, para incentivar acciones de prevención, minimización, reúso, separación y reciclaje de residuos, así como su participación activa en la vigilancia de su tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada.

A pesar del éxito que se pueda alcanzar a través de una o varias campañas de difusión y sensibilización ambiental, generalmente se tiene que recurrir a la instauración de iniciativas legales, u otros medios que hagan obligatoria la separación de los residuos en la fuente; esto es porque para algunos ciudadanos la participación en los programas será con el propósito de ayudar a conservar el ambiente, pero para otros será necesario un incentivo jurídico o económico como factor de decisión; lo esencial es considerar a los incentivos como una entre varias estrategias; la imposición y la prohibición no conducirían a cambio de hábitos; es difícil suponer que la separación fraccionada de los residuos se llevará a cabo únicamente por el hecho de reglamentarla. Sin embargo, si se motiva, incentiva y persuade, se logrará algo adicional.

Además de la educación ambiental para la cooperación de la población en el establecimiento de una estrategia eficiente de pre-recolección fraccionada de residuos, es necesaria la operación de centros de acopio de recuperación y/o

reciclaje; Los habitantes adquieren el hábito de separación de residuos más fácil, si un mayor número de empresas pueden apoyar la compra de tales residuos. De esta manera se tiene que para la implementación de estrategias eficientes de MRSU se requiere de la cooperación de todos los actores involucrados (sociedad-gobierno-sector privado).

6.3 RECOLECCIÓN, BARRIDOS Y TRANSPORTE

En esta etapa se realiza un recorrido por las áreas donde están ubicadas las fuentes de generación, recolectar los RSU y transportarlos a los sistemas de transferencias, de tratamiento o de disposición final.

6.3.1 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN

El proceso de recolección es la parte medular de un sistema de limpia y tiene como objeto principal preservar la salud pública, mediante la recolección de los residuos sólidos urbanos en los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento o disposición final, en forma eficiente y a menor costo, ya que esta etapa emplea un numero considerado de recursos económicos.

Con el fin de diseñar un sistema adecuado de recolección, los municipios deben contar con ciertos parámetros técnicos y demográficos como:

- Procedencia y volumen de los residuos sólidos
- Tipo de almacenamiento
- Frecuencia de recolección
- Método de recolección y tripulación
- Tipo de vehículos, etc.

Existen tres métodos comunes para recolectar los RSU:

□ Parada fija: Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio, por lo que se dice que tiene una alta participación de los usuarios. En algunas partes tiene la variante de recoger los residuos en las esquinas de las calles, en donde previamente han sido depositados por los usuarios, practica no deseable, por los focos de infección, mala imagen y mayor tiempo en la recogida.

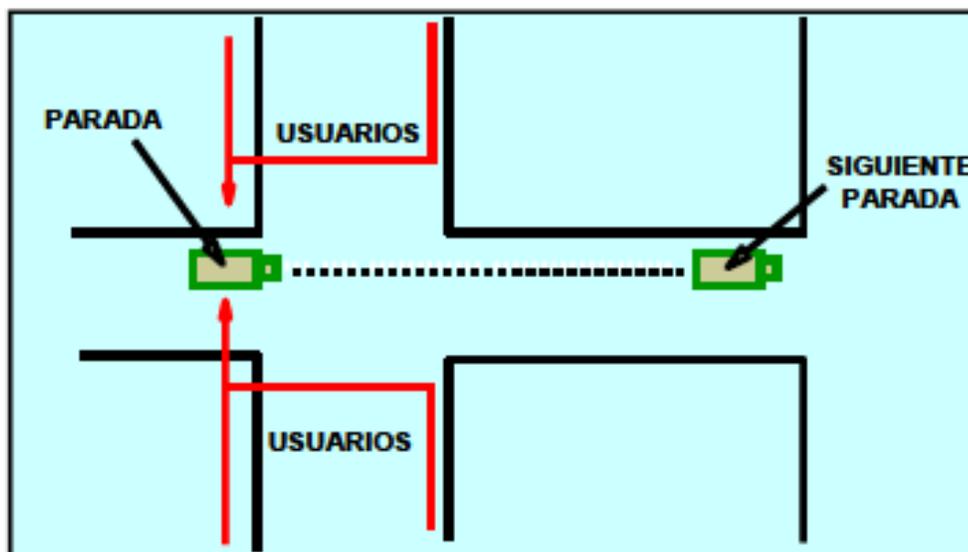


Figura 14. Método de recolección de parada fija.

Ventajas: Mejora la imagen del servicio, la recolección se realiza en menor tiempo, es el más económico, después del de contenedores.

Desventajas: Utiliza más tiempo que el de contenedores, requiere mayor personal de recolección y cierta participación de los usuarios, el equipo puede o no estar mecanizado.

□ Acera: En este método, el personal operativo del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios.

Para este método tenga más posibilidades de ser implantado ordenadamente se requiere las localidades cuentan con calles de doble sentido y, de preferencia, con camellones.

Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos (perros, gatos y ratas entre otros), pueden verse atraídos por recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersar sobre la misma al buscar su alimento y, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta.

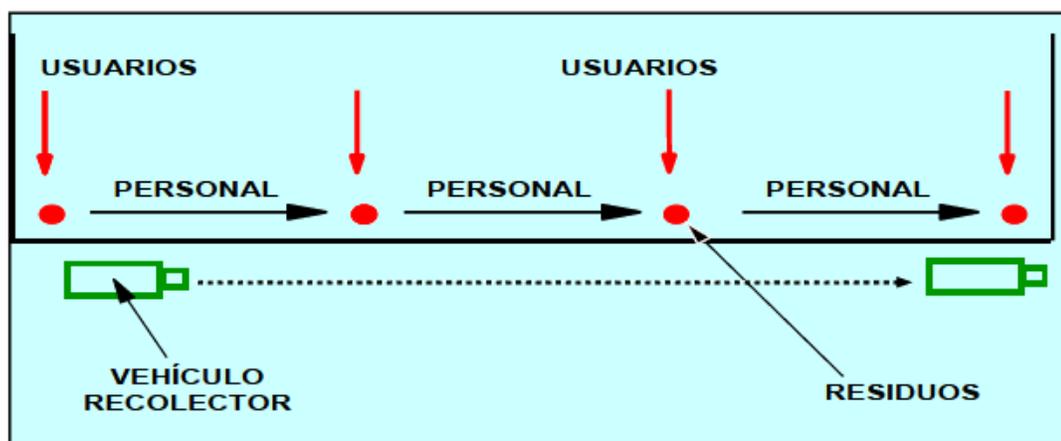


Figura 15. Método de recolección de acera.

Ventajas: Mejora la percepción de calidad del servicio.

Desventajas: Mayor tiempo de recolección, utiliza mayor cantidad de personal, poca participación de los usuarios.

□ Contenedores: este método es semejante al de parada fija en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio.

La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas.

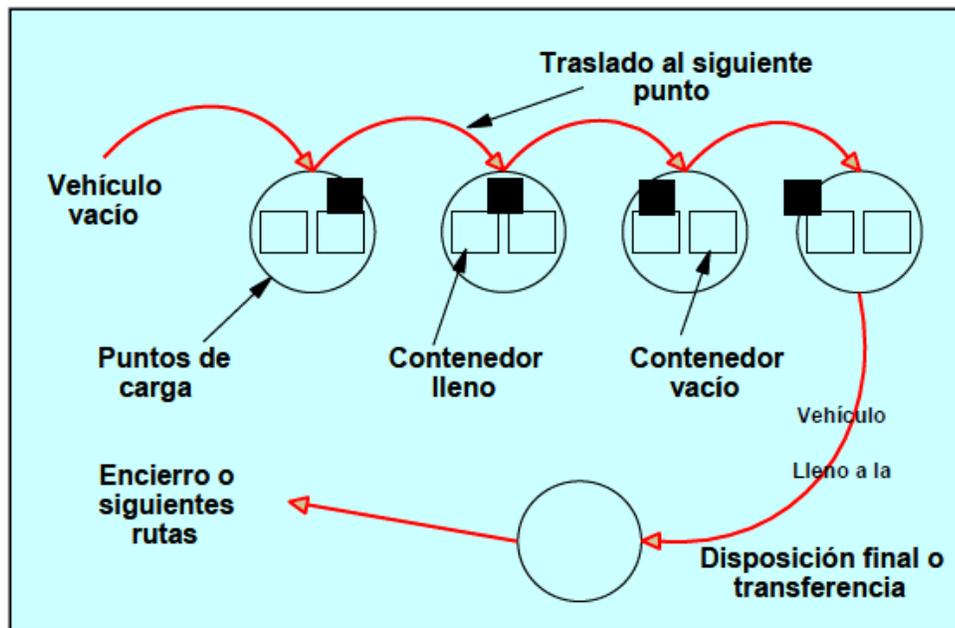


Figura 16. Método de recolección por contenedores.

Ventajas: El recorrido se hace en el tiempo mínimo, disminuyen las frecuencias de recolección, opera con el mínimo de personal.

Desventajas: La recolección deberá efectuarse en los tiempos y frecuencias establecidas, a fin de evitar que se transformen en focos de infección, requiere amplia participación de los usuarios.

El departamento de Servicios Públicos Municipales de Lerdo (SPML), cuenta con un total de 178 personas encargadas de la recolección de RSU y el método de recolección empleado es el de acera. El personal que realiza la recolección en las unidades está conformado por un chofer y de 2 a 4 ayudantes.

La función de cada uno se precisa con el nombre, el chofer conduce la unidad compactadora y toca campana dando aviso del paso del camión recolector, los ayudantes levantan las bolsas y en la caja del camión de caja abierta amontonan los residuos y separan los reciclables (pepenan).



Figura 17. Método de recolección de acera en Cd. Lerdo, Dgo.

El servicio promedio el servicio público recolecta un total de 110 ton/día en las 34 rutas de área urbana y rural del municipio, dando servicio a 90 Colonias, 69 Fraccionamientos 10 Boulevares y al 1er Cuadro de la ciudad, así como 31 comunidades rurales del municipio.

Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados por municipio y delegación 2010 Kilogramos		Cuadro 4
Entidad federativa Municipio y delegación	Total	
Durango	1,022,161	
Lerdo	110,000	

Cuadro 4. Promedio diario de RSU recolectados en el municipio de Lerdo Dgo.

6.3.2 BARRIDOS

El barrido es otra fase del sistema de recolección de residuos y surge por la necesidad de mantener limpia y en condiciones estéticas, sobre todo las vías de intensa circulación peatonal de las principales ciudades de los municipios, como las calles principales, parques y jardines las que por factores naturales o antropogénicas son invadidas por residuos vegetales, arenas, lodos, envolturas de artículos, o residuos de comidas, botellas de vidrio, etc.

La razón más importante por la que deben efectuarse la limpieza en las calles es por la conservación de la salud humana, la excretas, tanto de animales como de persona y los desperdicios orgánicos, pueden llegar a afectar al ser humano, ya que proporcionan las condiciones para el desarrollo de la fauna nociva (moscas, mosquitos, roedores, etc.) los cuales son transmisores de diversas enfermedades. El polvo afecta a los ojos, garganta, vías respiratorias y ocasiona molestias del tipo alérgico, otro tipo de residuos, como los vidrios y hojalatas pueden producir lesiones a los peatones. Así mismo, la acumulación de residuos puede obstruir el sistema de

alcantarillado de agua pluvial, ocasionando inundaciones en algunos sectores de la ciudad. Existen dos tipos de barrido:

Barrido manual.- Para poder recolectar la diversidad de residuos, en un buen número de ciudades medias del país se emplea en mayor proporción el barrido manual, para lo cual se utiliza equipo diverso tal como: carritos con tambos de 200 litros, escobas, cepillos, recogedores, entre lo más indispensable.

Con respecto al personal cada carrito está a cargo de un barrendero quien a su vez está controlado por un jefe que se encarga de la distribución del trabajo. En promedio para el barrido en ciudades latinoamericanas se tiene un rendimiento individual de 1 a 2.5 km/día de calle y en promedio por km barrido se recogen de 30 a 90 Kg., requiriéndose 0.4-0.8 barrendero por cada 1000 habitantes.

Las áreas prioritarias de atención son las zonas pavimentadas como la plaza principal, sitios comerciales, calles y avenidas céntricas, parques y jardines. La gran mayoría de las ciudades tienen establecidos horarios al personal para realizar esta actividad, en los turnos matutino y vespertino principalmente. Aunque también se tienen ciudades que carecen de un programa definido.

Barrido mecánico.- El uso de este sistema de barrido se observa en mayor proporción en ciudades medias con poblaciones de más de 50,000 habitantes. El hecho de que pocas ciudades dispongan de maquinaria para el barrido se debe principalmente a la falta de recursos económicos para adquirir el equipo y para darle el mantenimiento adecuado. A pesar de que el barrido mecánico implica menores gastos que el manual, ocasiona el desplazamiento de mano de obra y favorece la salida de divisas del país ya que el equipo es importado.

Dentro del servicio de limpieza de Cd. Lerdo, Dgo., se cuenta con el barrido manual, contando con 35 carritos los cuales dan servicio a el primer cuadro de la ciudad, centro histórico, además de calzadas, bulevares,



Figura 18. Carrito para barrido manual de Cd. Lerdo, Dgo.

6.3.3 TRANSPORTE

Vehículo compactador de carga trasera: En este tipo de vehículos la carga de residuos se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería, son de 10 a 20 m³ de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, el tamaño de la cuadrilla es de tres, incluyendo al operador, tiene la ventaja de que los operarios no tienen acceso a los residuos para "pepenarlos" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar, y que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.



Figura 19. Vehículo compactador de carga trasera.

Vehículo de caja abierta: La utilización de este tipo de vehículos cada día se hace más frecuente por los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado. Su capacidad normalmente varía de 8 a 16 m³ de capacidad. La carga de residuos se hace en la mayoría de los casos en forma lateral, el tamaño de la cuadrilla aumenta respecto a los de carga trasera. Su diferencia con respecto a los vehículos con mecanismos de compactación, radica básicamente en la carencia justamente de tales mecanismos y el aumento del tamaño de la cuadrilla.

El bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos y de mano de obra especializada para su mantenimiento, son sus principales ventajas. Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de residuos que puede transportar, ya que por la falta de mecanismo de compactación, el peso volumétrico alcanzado dentro de la carrocería por los residuos, difícilmente rebasa los 350 Kg/m³. No es recomendable adoptar este tipo de vehículos para la carga y descarga de contenedores, por la falta de dicho mecanismo de compactación.



Figura 20. Vehículo de caja abierta.

El ayuntamiento de Cd. Lerdo, Dgo., cuenta con una flotilla de 22 unidades de transporte de RSU, de los cuales 17 unidades son de caja abierta y 5 unidades con compactador con capacidad de 10 a 12 toneladas cada unidad (Cuadro 5).

Vehículos utilizados para la recolección de residuos sólidos urbanos según tipo por municipio y delegación 2010				
Número de vehículos				
Entidad federativa Municipio y delegación	Total	Tipo de vehículo		
		Con caja abierta ¹	Con compactador ²	Otro ³
Lerdo	22	17	5	0

Cuadro 5. Vehículos utilizados para la recolección de RSU según tipo.

6.4 ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Esta fase consiste en recibir los RSU de vehículos recolectores para transferirlos a un vehículo de mayor capacidad y así ser transportados a la planta de tratamiento o al sitio de disposición final.

Los beneficios obtenidos de una planta de transferencia son:

- Disminución de los costos de transporte y horas no productivas de la flotilla de recolección.
- Reducción del tiempo improductivo de los vehículos de recolección en su recorrido al lugar de disposición final.
- Aumento de vida útil y disminución de costos propios del parque vehicular.
- Incremento en la eficiencia y regularidad del servicio de recolección.

En el contexto local, la fase de transferencia y transporte de RSU al sitio de disposición final es realizada por los propios camiones recolectores generando un gasto extra de tiempo y dinero, minimizando la eficiencia de la recolección y ocasionando un mayor desgaste de las unidades.

6.5 RECICLAJE

Debido a que esta actividad es una estrategia fundamental de la fase de tratamiento de los RSU por impactar directamente en el mejoramiento del medio, merece una descripción aparte.

Esta etapa es parte de un procedimiento conocido como “las 3 R’s”: reduce, re-usa y recicla. Sistema que es fácil de comprender y aplicar.

Reciclar consiste en valorizar algunos materiales contenidos en los RSU, para ser comercializados e incorporados a un nuevo ciclo productivo. “El reciclaje es el reprocesamiento de los residuos de interés comercial para elaborar nuevos productos”.

Buena parte del reciclaje que se realiza a nivel local es producto de la selección de residuos que hace el personal de Limpia Pública en los camiones recolectores a través de la comúnmente conocida “pepena”. En este sentido los productos obtenidos de esta actividad, siguen una ruta para llegar a su tratamiento: después de ser “pepenados” por el personal del limpia, estos son comercializados en los centros de acopio para posteriormente ser revendidos a las industrias de tratamiento de cada material.

En la región existen plantas como la de Plásticos S.A. de C.V., la cual le da tratamiento a los envases de PET y es un centro de acopio de restos de papel y cartón, así mismo Reciclaguna S.A. de C.V. hace lo propio con desechos metálicos.

6.5.1 MATERIALES RECICLABLES

Muchos de los materiales encontrados en la corriente de los residuos sólidos pueden ser reciclados. La demanda de mercado varía ampliamente para algunos materiales específicos, y puede hacer que algunos materiales reciclables sean más

económicos. Los materiales que se recolectan comúnmente son: aluminio, cartón, papel de oficinas, envases de vidrio, latas de acero, papel periódico y ciertos tipos de plásticos. Existen varios factores, tales como el mercado, la cantidad y la composición de los residuos y el precio de mercado, para considerar cuándo determinar qué materiales deben ser recolectados.

RECICLAJE DE SUBPRODUCTOS (%)		
Subproducto (a)	Potencialmente reciclable (b)	Reciclable (c)
Papel y cartón.	14	42
Vidrios.	6	32
Plástico.	4	2
Metales. (d)	3	23
Textiles	1	1
TOTAL	28	100

(a) No se reporta el producto de poda y jardinería, ni residuos alimenticios.
 (b) Fracción de subproductos contenidos en los residuos sólidos.
 (c) Proporción del volumen que se recicla actualmente.
 (d) Comprende metales ferrosos, no ferrosos y aluminio.

Cuadro 6. Algunos materiales susceptibles de recuperación encontrados en los residuos sólidos.

6.5.2 DESCRIPCIÓN DE RSU SUSCEPTIBLES A RECICLAJE

6.5.2.1 PAPEL Y CARTÓN

Sólo una parte del papel y del cartón desechado es reutilizable debido a consideraciones económicas y logísticas:

- La fibra virgen es abundante y relativamente barata,
- Muchos centros urbanos en el interior de la República están localizados a gran distancia de las fábricas de papel, y
- La capacidad de la fábrica para desentintar y reusar el papel después de consumirse, es limitada.

Las empresas recicladoras compran el papel residual usado basándose en la fuerza y el rendimiento de la fibra, y en el brillo, según el tipo de producto fabricado.

Los principales tipos de papel para reciclaje son: a) periódico; b) cartón corrugado; c) papel de oficina, y d) papel mezclado y se pueden obtener productos como: papel periódico, papel higiénico, pañuelos de papel, hueveras, cartón y productos para construcción (fibra prensada).

Las especificaciones para los grados o tipos más comunes de papel desechado post-consumo, se reportan en el siguiente cuadro:

ESPECIFICACIONES PARA RECICLADO DE PAPEL Y CARTÓN			
No. GRADO	DESCRIPCIÓN	MATERIALES PROHIBIDOS (A) EN %	TOTAL DE PAPEL TIRADO (B) EN %
1	Mezcla de varias calidades de papel.	2	10
6	Consiste de periódico embalado con menos del 5% de otros papeles.	0.5	2.0
7	Consiste de periódicos recientes, libres de otros papeles nuevos, no contiene más del porcentaje normal de roto grabado y secciones coloreadas.	No permitido	2.0
11	Consiste en contenedores corrugados, que tienen líneas de prueba o kraft.	1.0	5.0
38	Consiste de hojas impresas o sin imprimir, recortes de color, escritos y otros papeles similares, este grado debe estar libre de tratamiento, cobertura o impresiones gruesas.	No permitido	2.0
40	Consiste en hojas impresas o sin imprimir, libros guillotizados, y recortes en blanco.	No permitido	2.0
42	Consiste de formas de papel manufacturadas para maquinas procesadoras, este grado puede contener color de impresión de la computadora. Debe ser sin tratar y sin cubiertas.	No permitido	2.0
(a) Materiales que dañan el equipo de procesamiento. (b) Papel indeseable para consumo por el grado de especificación.			

Cuadro 7. Especificaciones para reciclado del papel y cartón.

6.5.2.2 PLÁSTICO

El proceso de reciclaje de plástico depende de su composición, por esta razón se identifica mediante un código estandarizado. La clasificación -del 1 al 7- representa las resinas comúnmente usadas y facilita la separación y el reciclaje. Sin embargo, debido a la gran diversidad se complican la recolección selectiva y la separación de plástico. El reciclaje correcto exige separación absoluta, así como lavado y uso de aditivos para obtener granza (plástico fundido y homogeneizado para corte ulterior de alta calidad, también le denominada peletización).

La tasa de reciclaje para plásticos, es muy baja comparada con la del aluminio, papel y vidrio. Existen varias razones para esto, pero una de las más importantes es el bajo valor comercial con respecto a su volumen. Esto implica que los costos de transportación, aplastarán la ganancia potencial de la reventa del material separado.

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICOS			
NOMBRE	NO.	SIGLAS	ORIGEN
Polietileno tereftalato	1	PET	Botellas de refrescos, recipientes de alimentos.
Polietileno de alta densidad	2	PEAD	Botellas de leche o de detergente, bolsas.
Poli cloruro de vinilo	3	PVC	Recipientes de alimentos y tuberías.
Polietileno de baja densidad	4	PEBD	Bolsas y envoltorios.
Polipropileno	5	PP	Cajas, maletas, tapas y etiquetas.
Poliestireno	6	PE	Vasos y platos de espuma.
Otros	7	-	Todas las otras resinas y los materiales multilaminados.

Cuadro 8. Código estandarizado de identificación de plásticos.

6.5.2.3 VIDRIO

La mayor parte del vidrio contenido en los residuos es de botellas (90%) u otros recipientes. Después de triturado y separado por colores (blanco, verde y ámbar), casi todo el vidrio se utiliza para producir nuevos recipientes y envases. Los

fabricantes de botellas están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas, debido a ahorros en energía y a mayor durabilidad del horno de fundición. La desventaja de usar vidrio usado reside en que casi siempre contiene contaminantes que pueden alterar el color o la calidad del producto final.

Aunque la cantidad demandada del vidrio triturado es considerable, a menudo la rentabilidad varía por los costos de recolección, procesamiento y transporte hacia las fábricas.

6.5.2.4 METALES

Los metales se pueden clasificar en dos categorías:

Metales férreos (hierro y acero).- Los bienes que más contienen metales son: electrodomésticos, gran cantidad de aparatos y equipos industriales, automóviles, tuberías, material de construcción, chatarra industrial, muebles y puertas. Las latas de acero y la hojalata se separan magnéticamente (por el recubrimiento de estaño) y se transportan a una estación de desestañamiento. El estaño que se recupera es de 2.5 a 3 kilos por tonelada de latas. El acero limpio se usa para producir acero nuevo. El mayor impedimento para el reciclaje de latas de acero es el alto costo de su transportación.

Metales no férreos.- Casi todos estos metales se pueden reciclar si están seleccionados y libres de material extraño: plástico, tela, goma, etc. Además del aluminio, los metales no férreos son: cobre, latón, bronce, plomo, níquel, estaño y cinc.

Las latas recicladas son de composición conocida y uniforme, y las impurezas son removidas rápidamente. El reciclaje permite manufacturar latas de aluminio para competir favorablemente con el vidrio y los contenedores hechos de bimetálico.

Virtualmente, todos los contenedores metálicos de cerveza y el 93% de las latas metálicas de refresco, son de aluminio.

Las latas de aluminio son fácilmente separables, fáciles de manejar y se encuentran raramente contaminadas, están hechas de un material sencillo y tienen un alto valor en el mercado. Los costos de transportación son reducidos debido a que son compactados. Los contenedores de bebidas hechos de aluminio, frecuentemente son los primeros artículos clasificados para un programa de reciclaje.

6.5.3 IMPORTANCIA DE LA RECUPERACIÓN DE RESIDUOS POR PEPEADORES

El trabajo que llevan a cabo los pepenadores, consiste básicamente en recuperar y vender los residuos que pueden ser aprovechados, proporcionando en gran medida los materiales susceptibles a reciclaje para la industria del papel, cartón, plástico, metales y vidrio principalmente. Su actividad es por tanto, una excelente labor de reciclaje y de recuperación de recursos naturales, puesto que evita que miles de toneladas de residuos potencialmente aprovechables se depositen en sitios para su disposición final.

En México gran parte de los residuos reciclables se obtienen mediante el empleo informal, es decir, la pre-pepena, llevada a cabo por pepenadores primarios principalmente a nivel de acera y otros espacios públicos y la pepena, llevada a cabo por pepenadores secundarios en los sitio de disposición final.

6.6 TRATAMIENTO

El tratamiento que básicamente es el aprovechamiento de algunas de las fracciones de los RSU, causa impactos positivos directos sobre el sitio de disposición final: reduce generación de biogás, lixiviados y malos olores, prologando su vida útil.

Existen diversos tipos de tratamiento de los RSU, siendo estos:

Tratamiento mecánico: se refiere al pre-tratamiento biológico, se define como la actividad selectiva de los subproductos hallados en los RSU, susceptibles a re-usar, reciclar o comercializar.

Tratamiento biológico: este se enfoca principalmente a los residuos orgánicos es decir los alimenticios y de jardinería. Debido a que los RSU se caracterizan por contener un buen porcentaje de residuos orgánicos, resulta una buena estrategia por la obtención de composta.

Tratamiento mecánico-biológico: consiste en dos fases, especificadas por el propio nombre, la etapa mecánica consiste en homogeneizar los RSU recolectados y la biológica en la degradación por microorganismos aeróbicos, obteniendo como resultado final productos reciclables (papel, metales, plásticos y vidrios), abono por composta y materiales no aprovechables preparados para su confinamiento.

Tratamiento térmico: es la “conversión de los RSU en productos gaseosos, líquidos o sólidos con la paralela emisión de energía en forma de calor”. Existen tres estrategias para su aplicación: incineración, pirolisis y gasificación.

En Cd. Lerdo, Dgo., sólo prevalece la selección de subproductos susceptibles a re-uso, reciclaje o comercialización, es decir la fase mecánica; la cual es realizada por personal encargado de la recolección de los RSU. En cuanto a los residuos no reciclables, estos no reciben tratamiento avanzado.

Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos por municipio y delegación 2010 Número de municipios y delegaciones			
Entidad federativa Municipio y delegación	Con servicios		Sin servicios
	Sólo recolección y disposición final	Recolección, disposición final y tratamiento	
Lerdo	SI	-	-

Cuadro 9. Disponibilidad de servicios relacionados con los RSU en Lerdo, Dgo.

6.7 DISPOSICIÓN FINAL

Si bien la mayor parte de la población desconoce la existencia, funcionamiento y actividades de un sitio de disposición final en la región, no debería descartarse la posibilidad de difundir el papel que desempeña esta etapa a fin tener un sentido de responsabilidad al desechar un residuo y reconocer que cada persona posee un cierto porcentaje de agresión hacia el ambiente, esto con el fin de hacer conciencia en la sociedad.

Esta es una de las etapas más importantes dentro del esquema y se relaciona directamente con los daños que se puedan provocar al medio ambiente y a la integridad humana, tal como a continuación se menciona:

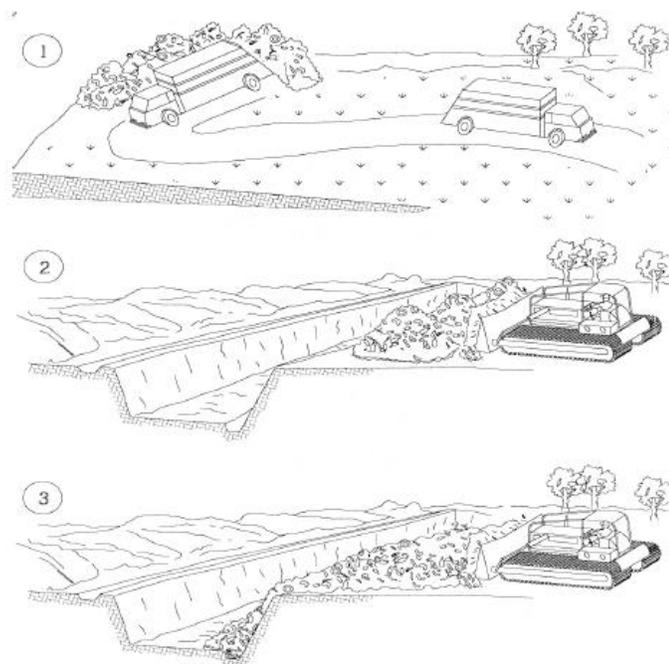
La disposición final es la última etapa del manejo integral de RSU y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente, así como con la salud de la población, por lo que se debe tratar y controlar mediante un sistema adecuado que minimice los impactos negativos hacia el entorno ecológico, por lo que al sitio de disposición final deberán de llegar sólo los materiales que no tienen otras posibilidades de ser aprovechados en cualquier otra fase: re-uso, reciclaje y/o compostaje.

6.7.1 RELLENO SANITARIO

Actualmente existe una alternativa popular para esta fase: el relleno sanitario, concebido como la obra de infraestructura destinada para la disposición final segura de los RSU, debiendo ser correctamente diseñado y controlado para garantizar su óptima operación, de tal manera que minimice el impacto al ambiente.

Los diferentes métodos utilizados para la operación de un relleno sanitario son:

□ Trinchera: se depositan los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera, donde son esparcidos y compactados con maquinaria, en capas, hasta formar una celda, que será cubierta con el material previamente excavado, el cual es esparcido y compactado sobre los residuos.



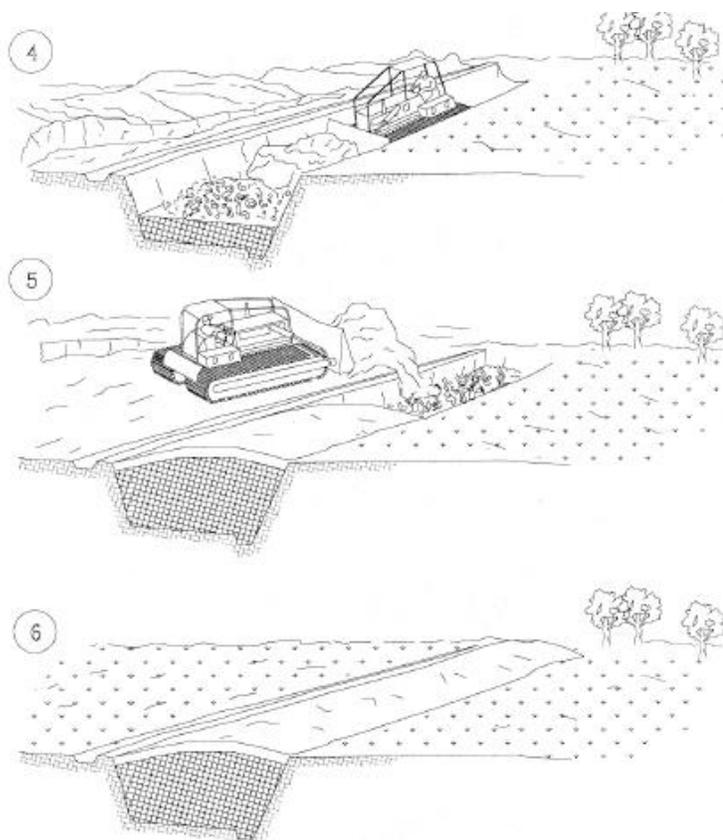


Figura 21. Método de trinchera.

Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves, el material de cubierta es escaso y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales para movimiento de tierras.

□ De área: se construye el relleno sanitario sobre la superficie del terreno o para llenar depresiones. El método es similar al de trinchera, la única diferencia es que los residuos se cubren con tierra y se llena desde un extremo de la depresión hasta llegar al otro.

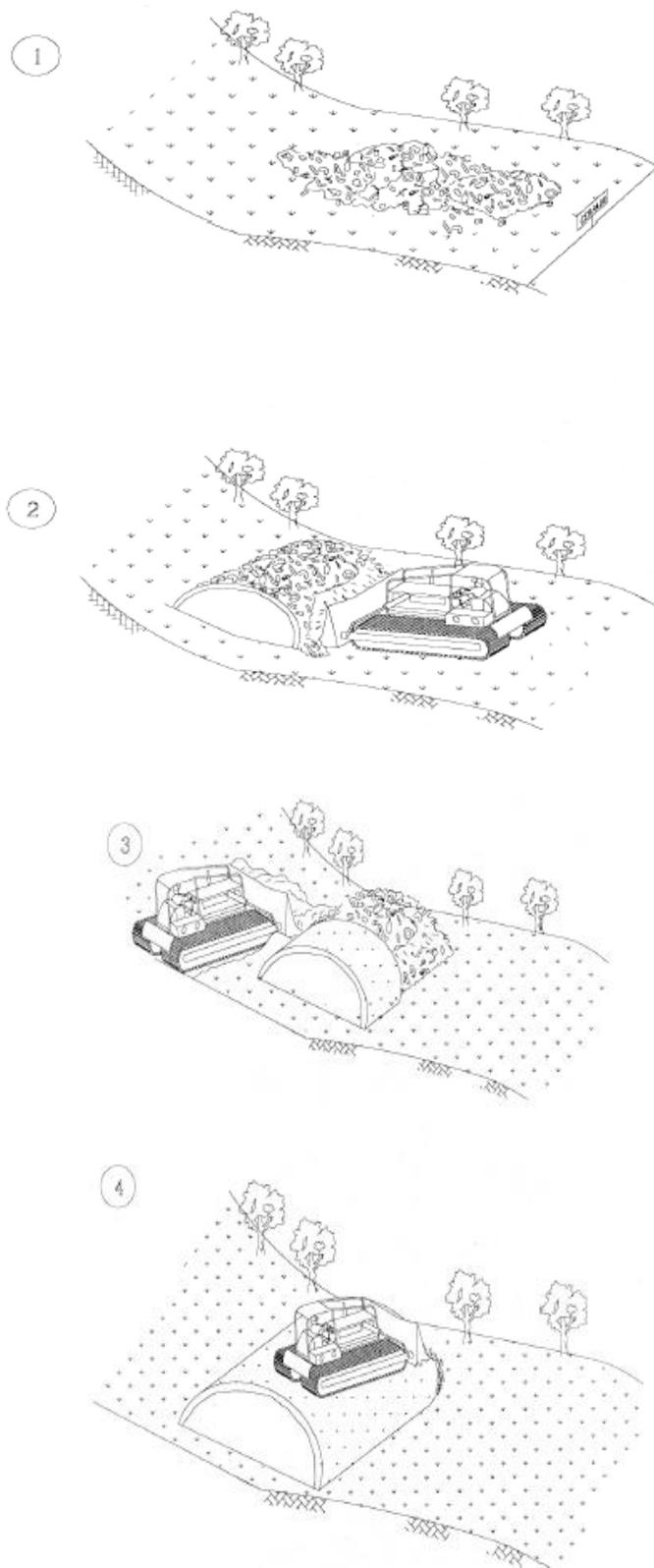


Figura 22. Método de área.

Por ejemplo, en Sitios no Controlados en barrancas o cauces de ríos, este método tiene la variante de llevarse a cabo conjuntamente con un sistema de terrazas o plataformas, brindando la estabilidad mecánica necesaria para evitar el deslizamiento de taludes. En los casos de sitios con el nivel freático superficial, es factible desarrollar el mismo método; excepto que se requiere acondicionar el terreno con una base impermeable, depositando los residuos encima de la misma.

□ Combinado: como su nombre lo indica es una combinación de los dos anteriores, siendo este método el más eficiente, debido a que permite ahorrar el transporte del material de cubierta (exclusivamente cuando exista en el sitio) y aumentan la vida útil del relleno.

- **Procedimiento Constructivo de un RS**

En base a la NOM-083-SEMARNAT-2003, la construcción de sitios de disposición final se basa en la cantidad de residuos sólidos urbanos o de manejo especial que ingresaran en el sitio, por toneladas días (Numeral 5).

TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DIA
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 hasta 50
D	Menor a 10

Cuadro 10. Clasificación para la construcción de RS

En el numeral 6 “especificaciones para la selección del sitio” se encuentra la siguiente información:

- **RESTRICCIONES PARA LA UBICACIÓN DEL SITIO.**

*Distancias mínimas a aeródromos de servicio público o aeropuerto:

- ✓ 13.00 kilómetros
- ✓ A distancias menores se requiere un estudio de riesgo aviario

*No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas.

*Distancias mínimas a localidades mayores de 2,500 habitantes:

- ✓ 500 metros a partir del límite de la traza urbana.
- ✓ Este valor tiene que ser considerado también para los contemplados en el plan de desarrollo urbano.

*No se debe ubicar en zonas de: marismas, pantanos y similares, ni en zonas arqueológicas, ni en fallas, cavernas o facturas geológicas, entre otros.

*No se debe ubicar en sitios donde hay movimientos de suelo ni en zonas de grandes asentamientos diferenciales que lleven a fallas o fracturas del terreno.

- **Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio.**

ESTUDIOS Y ANÁLISIS	A	B	C
Geológico y geohidrológico regionales	X		
Evaluación geológica y geohidrológica	X	X	
Topográfico	X	X	X
Geotécnico	X	X	X
Generación y composición de los RSU y RME	X	X	X
Generación de biogás	X	X	
Generación de lixiviado	X	X	

Cuadro 11. Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio

- ✓ Estudios y análisis en el sitio, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final.
- ✓ Estudios de generación y composición.
- ✓ Complemento de estudios y análisis previos.

- **Características constructivas y operativas del sitio de disposición final**

Una vez se hayan realizado los estudios y análisis previos requeridos por la NOM-083-SEMARNAT-2003, tenemos que esté de acuerdo con la categoría del relleno que se proyecte, el proyecto ejecutivo del sitio de disposición final deberá cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 7 de la NOM, mismos que a continuación se describen:

- Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos 1×10^{-7} cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.
- Se debe garantizar la extracción, captación, conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás y de no disponerse de sistemas para

su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.

- Debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o una combinación de ambas.

- Se debe diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.

- El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.

- Los sitios de disposición final, de acuerdo a la clasificación antes detallada, deberán alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación:

SITIO		COMPACTACIÓN (KG/M ³)	RECEPCIÓN DE RESIDUOS (TON/DÍA)
A	A1	Mayor de 700	Mayor de 750
	A2	Mayor de 600	100-750
B		Mayor de 500	50-100
C		Mayor de 400	10-50

Cuadro 12. Requerimientos de compactación de la NOM-083-SEMARNAT-2003

- Se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. Los residuos deben ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito.

- El sitio de disposición final, adoptará medidas para que los siguientes residuos no sean admitidos:

- ✓ Residuos líquidos tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más de 85% de humedad con respecto al peso total de la muestra.
- ✓ Residuos conteniendo aceites minerales.
- ✓ Residuos peligrosos clasificados de acuerdo a la normatividad vigente.

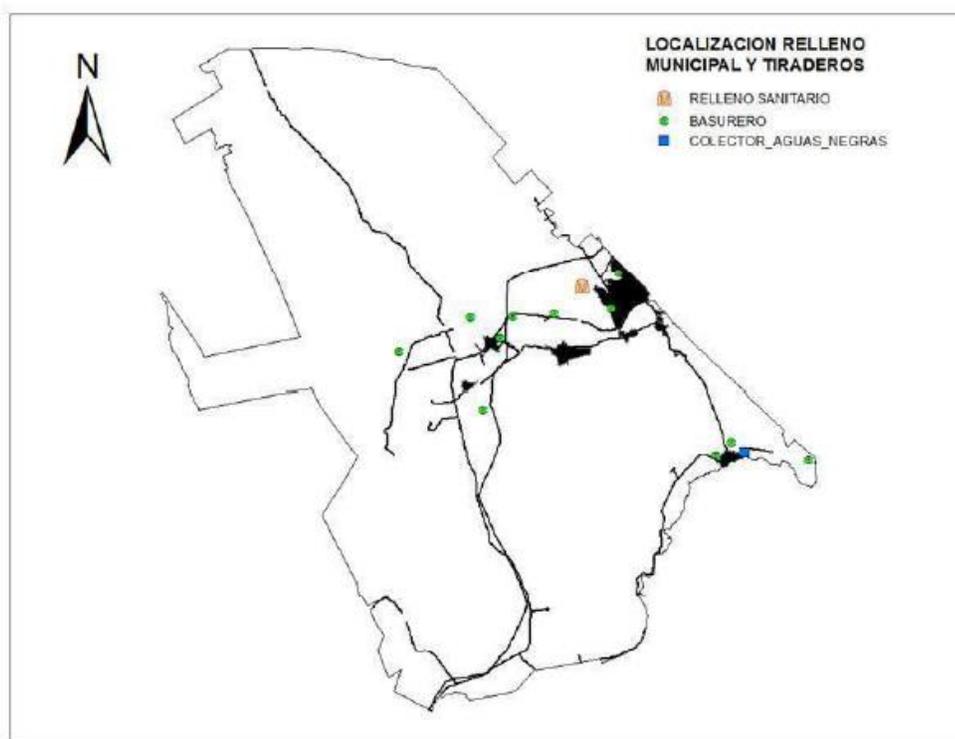


Figura 23. Mapa localización Relleno Municipal y tiraderos de basura a cielo abierto.

En Cd. Lerdo, Dgo., se cuenta con un relleno sanitario ubicado al noroeste de la ciudad a una distancia de 1.7 km de la colonia San Fernando que es la traza urbana más cercana ocupando una superficie de aproximadamente 40 ha., cercada con malla ciclónica de 2.10 metros de alto. Es regulado por la NOM-083-SEMARNAT-2003, es un relleno sanitario tipo A, cuenta con 3 celdas, cada una con dimensiones de 60x200x4 metros. Cada celda está equipada con geomembrana y sistemas de control de lixiviados, pozos para el venteo de biogases y drenaje pluvial. Además dentro de las instalaciones del relleno sanitario se cuenta con oficinas, sanitarios, casetas de control y vigilancia.

Se reciben 90 toneladas diarias de desechos sólidos que nos arrojan un total por año de 32,850 toneladas mismas que se confinan en los espacios (celdas) que les corresponda a cada tipo de desechos.

Cabe mencionar que aparte de la basura que se recoge con el Parque Vehicular con que cuenta el Municipio, en el Relleno Sanitario, se reciben Empresas Particulares, Escuelas, Etc. las cuales nos dejan otras 30 toneladas diarias. Y las cuales nos arrojan al año 10,950 toneladas.

En el año nos da un Gran Total de 43,800 toneladas, las cuales se depositan y se confinan debidamente en el Relleno Sanitario.

Cada celda tiene una capacidad de 200,000 toneladas, lo que resulta un periodo de entre 12 a 15 años de vida útil para el depósito de RSU en este relleno sanitario.

6.7.2 TIRADEROS IRREGULARES

De acuerdo a la dirección de ecología y medio ambiente del municipio de Lerdo, era en la zona rural en donde se tenían detectados al menos cinco tiraderos

clandestinos a cielo abierto, los cuales fueron eliminados como requisito indispensable para ser acreedores de nuevos camiones por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Federal.

Sobre el manejo de los escombros, se cuenta con un lugar especial en la comunidad de Carlos Real, "ahí se cuentan con grandes depósitos para el confinamiento de estos residuos".

A pesar de ello, en el área urbana de la ciudad se encuentran dos sectores donde se depositan irregularmente escombros, el primer sector ubicado en la parte trasera del panteón municipal y el segundo sector Las Huertas-Castilagua es un terreno de por lo menos una hectárea repleta de todo tipo de desechos, especialmente de escombros. Y es que en ocasiones los carromatos acuden de diferentes puntos de la ciudad a depositar los escombros y otros desechos, sin que ninguna autoridad les sancione.

Tal problema ha ido en aumento, ya que el personal de servicios públicos del municipio limpió el lugar. Pero bastaron unas semanas para que el problema apareciera nuevamente. Para los vecinos, estos terrenos representan un gran foco de infección para los menores y para el resto de las familias que habitan a sus alrededores.

7 CONCLUSIÓN

Con la información recopilada en esta investigación se pueden definir ciertas contrariedades, irregularidades y complicaciones entorno al manejo de RSU en Cd. Lerdo, principalmente enfocándose en las etapas de almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento.

Con respecto a las rutas recolectoras, se puede destacar que el trabajo que realiza el personal de limpia pública es de vital importancia para la ciudad, aunque en la mayoría de los casos desconozcan los beneficios ambientales y de salud pública

que represente su labor, incluso arriesgan su integridad física. Con respecto a la eficiencia del servicio es muy buena ya que cubre en gran parte la atención a las colonias, fraccionamientos. Aun así es necesario adquirir más unidades de recolección, y abrir nuevas rutas para brindar un mejor servicio en las comunidades rurales.

Otra problemática concebida alrededor de la generación de los RSU, específicamente en la fase de transporte relacionado con el sistema de compactación que poseen, por la antigüedad de las unidades ya que de las 22 totales, 17 son de caja abierta y únicamente 5 unidades cuentan con compactador. Estos inconvenientes resultan en la ineficiencia del servicio, ocasionando problemas ambientales al no ser recolectados los montones de bolsas con RSU. Inicialmente el mal aspecto y la contaminación visual del paisaje se hace presente, sin embargo, hay más complicaciones como la generación de fauna nociva y su consiguiente dispersión de los residuos, además de los lixiviados que pudiesen generarse con alguna lluvia eventual, poniendo en riesgo una vez más a la salud humana.

Por otra parte la ciudadanía Lerdense carece de educación y de una cultura de separación y valoración de los RSU generados. Minimizando el tiempo, la capacidad y eficiencia del servicio de recolección.

Principalmente son dos las complicaciones relacionadas con la población, la primera es que no se respeta el toque de campana, es decir, se pueden hallar residuos a cualquier hora en la calle sin importar si ya pasó o no el camión recolector, ocasionando problemas ambientales. Y en segundo lugar se encuentra la falta de una cultura de separación de los residuos, ya que materiales de todo tipo se concentran en una sola bolsa o recipiente contenedor. Lo que representa pérdidas económicas, deficiencias en el servicio y desaprovechamiento de materiales reciclables.

Por último y no menos importante, hablando del tratamiento de RSU, no se pueden aplicar tratamientos avanzados, como los son los térmicos, ya que el ayuntamiento municipal no cuenta con los recursos suficientes para implementar este tipo de proyectos. Pero por otra parte es una buena opción la construcción de una planta de compostaje, ya que estas no necesitan de una inversión alta.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G., A. Rossin, P. F. Teixeira y F. Zepeda 1998. "Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe." Banco Interamericano de Desarrollo, Organización Panamericana de la salud. Serie ambiental número 18. Segunda edición. 148p.
- Álvarez, C. 2013. "¿Por qué no reciclamos los residuos sólidos urbanos en México?" Teorema ambiental, revista técnico ambiental. (98):22-29.
- André, F. y E. Cerdá 2000. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos Análisis Económico y Políticas Públicas, Universidad Pablo de Olavide de Sevilla3
- Armijo, C., Q. Aguilar, P. Taboada, L. G. y O. Buenrostro 2009. "Comparación de la composición de residuos sólidos en una comunidad urbana y una rural de Baja California, México: Retos para su manejo adecuado." II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de residuos. Red de ingeniería en saneamiento ambiental. Universidad del norte. 10p
- Arzate, E. 2011. "La opción, manejo integral de residuos." Alcaldes de México. (20): 18-21.
- Aviña, F. 2011. "Gestión de los residuos sólidos urbanos. Variables que inciden en el otorgamiento diferenciado del servicio de recolección en los municipios mexicanos 1996-2010." Tesis para obtener el grado de Doctor en Investigación en Ciencias Sociales con mención en Ciencia Política. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Académica México. México, D. F. 196p.

- Buenrostro, O. y G. Bocco 2003. "Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives." *Resources, Conservation & Recycling*. 39: 251-263.
- Cabrero, E. 2002. "El premio gobierno y gestión local en México: un mecanismo de institucionalización de la innovación en gobiernos locales." VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la administración pública, Lisboa, Portugal. 8-11 Octubre. 11p
- Careaga, J. A. 1993. "Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes." Secretaría de Desarrollo Social. Serie monografías número 4. México. 155p.
- Castillo, H. 1990. "La sociedad de la basura." *Ciencias*. 20:25-30.
- Castrillón, O. y S. Puerta 2004. "Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista." *Revista Lasallista de Investigación* 1: 15-21.
- CONABIO 2007. "Comisión Nacional para la Biodiversidad. Información Temática escala 1:250,000".
- CPEUM 2014. "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada DOF 07-07-2014".
- Chavarri, A. y A. Matos 2009. "Caracterización de residuos sólidos generados por el Área Administrativa de tres empresas en la zona industrial de San Juan de Miraflores " *Revista de investigación universitaria* 1: 53-58.
- De la Parra, C., A. Rodríguez y A. Pacheco 2010. "Diagnóstico de los residuos sólidos urbanos en Tijuana, Baja California." *Colegio de la Frontera Norte*. 118p.
- Escamirosa, L., C. Carpio, G. Castañeda y C. Quintal 2001. "Manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas." Plaza y Valdés. Primera edición. México.129p
- ETOETLD 2013. "Estudio Técnico para el Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Lerdo, Durango."
- FCF-UJED 2010. "Estadísticas, Generación de RSU por municipio en el Estado de Durango." Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.

- Ferrer, J., A. Gallardo, R. Vidal, M. J. Belles y J. Ramos 1997. "Metodología para la generación de alternativas a la gestión de los residuos sólidos urbanos. Aplicación a la ciudad de Castellón." Fundación Davalos-Fletcher. Primera edición. Castellón, España. 208p.
- Fierro, A., C. Armijo, O. Buenrostro y B. Valdez 2010. "Análisis de la generación de residuos sólidos en Supermercados de la ciudad de Mexicali, México." *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 26 (4): 291-297
- Franco, E. 2007. "Caracterización de residuos sólidos urbanos en contenedores de la universidad autónoma de Nuevo León, campus ciudad universitaria." Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Biología Celular y genética. Monterrey, N.L. 94p.
- González, N., G. Pardo, R. Vidal, G. Guzmán, A. Valenzuela, M. Grimaldo y M. Quevedo 2002. "Manual de manejo adecuado de residuos sólidos." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU). Primera edición. México, D. F. 66p.
- Gutiérrez, V. 2006. "Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición. México, D.F. 112p
- INE 1996. "Instituto Nacional de Ecología. Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas. México 1996 ".
- INEGI 1998a. "Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Mapas temáticos escala 1:250,000 serie I y II."
- INEGI 1998b. "Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Conjunto de Datos Vectoriales escala 1:1 000 000."
- INEGI 2010. "Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo de población y vivienda ".
- INEGI 2011. "Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011. Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos."

- LGASED 2010. "Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango."
- LGEEPA 1988. "Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente."
Última reforma publicada en el DOF 28-01-1988. 97p.
- LGPGIR 2003. "Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos."
Última reforma publicada DOF 19-06-2007. 42p.
- LGPGIR 2012. "Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos,
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales." Cámara de Diputados.
México.
- LPGIRED 2007. "Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del
Estado de Durango."
- Maldonado, L. 2006. "Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros
de educación superior: Estudio de caso." Ingeniería. 10(1): 59-68.
- Medina, J. y I. Jiménez 2001. "Guía para la gestión integral de los residuos sólidos
municipales." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
(SEMARNAT). Primera edición. México. 198p
- Medina, M. 1997. "Manejo de desechos sólidos y desarrollo sustentable." Medio
Ambiente. 11(21): 70-80.
- Molina, M. 2001. "Reflexiones sobre el tratamiento de los residuos sólidos urbanos
en la provincia de La Pampa." 16p.
- NOM-083-SEMARNAT 2003. "Especificaciones de protección ambiental para la
selección del diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras
públicas complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos
urbanos y de manejo especial."
- Ojeda, S., R. Muñoz y F. González 1998. "Análisis estadístico del comportamiento
de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana." Frontera
Norte. México. 10 (19): 65-76
- Olivo, B. 2005. "Diagnóstico ambiental del manejo de residuos sólidos no peligrosos
en la unidad de ingeniería y ciencias químicas, zona Xalapa." Tesis de
licenciatura Xalapa
- Padilla, C. 1992. "La basura ¿contaminación sin solución? Morelia, Michoacán."
18p.

- Pineda, N. y E. Loera 2007. "Bien recolectada pero mal tratada. El manejo municipal de la basura en ciudad Obregón, Hermosillo y Nogales, Sonora." *Estudios sociales*. 15(30):167-193.
- PNPGIR 2012. "Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2009-2012." Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). México.
- Restrepo, I. y D. Phillips 1985. "La basura, consumo y desperdicio en el Distrito Federal." Centro de Eco-desarrollo. Segunda edición. México, D.F. 193p.
- Restrepo, I., G. Bernache y W. Rathje 1991. "Los demonios del Consumo. Basura y Contaminación." Centro de Eco-desarrollo. Primera edición. México, D.F. 270p
- Robles, M., S. Gasca, A. Quintanilla, F. Guillen y A. Escofet 2010. "Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos: el caso del Distrito Federal, México." *Investigación Ambiental. Ciencia y política pública*. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2(1):46-64.
- RPMALD 2014. "Reglamento de Protección al Medio Ambiente de Lerdo, Estado de Durango 2013-2016."
- Sánchez, G. 2007. "Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo." Tesis para obtener el grado de Doctor en Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 187p.
- SEDESOL 2007. "Secretaría de Desarrollo Social. Manual para determinar la factibilidad de reducción y reúso de residuos sólidos municipales." México. 125p.
- SEMARNAT 2003. "Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La basura en el limbo: Desempeño de Gobiernos locales y Participación privada en el Manejo de Residuos Urbanos." Primera edición. México. 108p.
- SEMARNAT 2006. "Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Una propuesta para la gestión ambiental municipal de los residuos sólidos." El

- Sistema Integral de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM). México. Primera edición. 72p.
- SEMARNAT 2007. "Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Política y estrategias para la prevención y gestión integral de residuos en México." Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 15p.
- SEMARNAT 2010. "Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa Nacional de Remediación de sitios Contaminados. México. 152p".
- Taboada, P., Q. Aguilar y S. Ojeda 2011. "Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México." Avances en Ciencias e Ingeniería. 2(1):9-20.
- Tchobanoglous, G., H. Theissen y R. Eliassen 1982. "Desechos sólidos. Principios de Ingeniería y administración." Ambiente y los recursos naturales renovables. Venezuela. 216p.
- UACH 2010. "Universidad Autónoma de Chapingo, Informe Nacional de Desarrollo Humano." Departamento de Estadística, Matemática y Cómputo.
- Vásquez, O. 2005. "Modelo de simulación de residuos sólidos domiciliarios en la región Metropolitana de Chile." 28-29.