



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**"ESTADO DEL ARTE DE LAS RUTAS DE
RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS MUNICIPALES"**

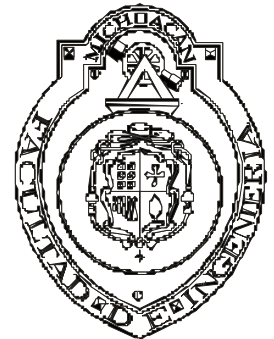
TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
DANTE ALEJANDRO DÍAZ ORTA**

**ASESOR:
ING. PATRICIA ARAIZA CHÁVEZ**

MORELIA, MICH., FEBRERO DE 2007.



DEDICATORIA:

El presente trabajo es dedicado a mis padres por otorgarme su cariño y amor, por su sacrificio y esfuerzo para enseñarme y guiarme por el sendero correcto para poder afrontar la vida y ser un hombre de bien; por que ahora veo real lo que antes era un sueño gracias a su gran esfuerzo. Muchas Gracias.

AGRADECIMIENTOS:

- ❖ A Dios por darme la oportunidad de estar disfrutando la vida y obsequiarme unos padres tan maravillosos.
- ❖ A mis hermanos por el apoyo moral y económico que nunca me dejaron solo y depositaron toda su confianza para que pudiera lograr esta gran meta. Mil Gracias de Corazón a ustedes.
- ❖ A un gran Amigo que encontré en la vida y que me acompañó en una gran parte de mi carrera profesional estando en los momentos más duros y más felices quien ahora veo como un hermano.
- ❖ A mis familiares que de alguna manera contribuyeron en mi formación.
- ❖ A mis amigos por convivir y disfrutar juntos tan esplendidos e inolvidables momentos.
- ❖ A mi asesora la Ing. Patricia Araiza Chávez por su ayuda, colaboración y realización del presente trabajo. Gracias.
- ❖ A mis maestros formadores por los conocimientos que me brindaron en el transcurso de mi formación académica.
- ❖ A mis compañeros de estudio por que gracias ellos vi la escuela como un hogar más haciendo más agradable la estancia en ese caminar que en algunas ocasiones se hace pesado.

INDICE

CAPÍTULO 1: "INTRODUCCIÓN"	6
1.1 Antecedentes.....	8
1.2 Objetivos.....	8
1.4 Justificación.....	9
 CAPÍTULO 2: "MARCO TEÓRICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS"	
2.1 Definiciones y terminología.....	10
2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos.....	11
2.3 Generación de RSM.....	13
2.4 Características de los Residuos Sólidos.....	16
2.5 Consecuencias del mal uso de los Residuos Sólidos.....	17
2.6 Legislación.....	21
 CAPÍTULO 3: "TIPOS DE RECOLECCIÓN Y EQUIPOS"	
3.1 Tipos de recolección.....	33
3.2 Equipos de recolección.....	45
 CAPÍTULO 4: "RUTAS DE RECOLECCIÓN Y PLANTAS DE TRANSFERENCIA"	
4.1 Rutas de Recolección de RSM.....	56
4.2 Plantas de Transferencia.....	69
 CAPÍTULO 5: "COMPARATIVA CON LA CIUDAD DE MORELIA"	77
 CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
 BIBLIOGRAFIA	87

CAPÍTULO

1

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento indicará de una manera general y clara el problema al que se enfrentan muchos países debido al mal manejo de los Residuos Sólidos, enfocándose en los RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (RSM).

Si bien es cierto que para muchos es un tema muy popular y común, en este trabajo se mostrará que hay muchas cosas que no son del dominio popular mostrando la realidad que enfrenta no solo nuestro país o estado sino que es un problema a nivel mundial y que nadie ha sido capaz de solucionarlo por que no se le da la importancia que requiere.

El manejo de los Residuos Sólidos no es el apropiado en el país y por consecuencia se tienen que enfrentar otros problemas como: contaminación del agua, aire, suelo, focos graves de infección, mal manejo de desechos peligrosos por falta de capacitación en especial para el personal de recolección y de limpia y por la ciudadanía.

En nuestro país no se ha incursionado en el área tecnológica para tratar el problema de los Residuos sólidos y por lo tanto, se tienen tiraderos de basura alejados de la población para colocar los Residuos Sólidos que día con día se producen. Sin embargo, no es una solución ya que nuestra ciudad va creciendo a un ritmo muy acelerado y conforme aumenta la población y la urbanización, se incrementa aún más el problema de los residuos sólidos.

El sistema de recolección es deficiente y las rutas de recolección no son suficientes para tratar el problema; por lo tanto se tratará de mostrar que tecnología se tiene en otros países para proponerla e implementarla en nuestro país.

También se indicarán las definiciones relacionadas con los Residuos Sólidos así como sus características principales y el daño causado en muchos estados por el mal manejo.

El problema de los Residuos sólidos no es nuevo pero se carece de información acerca de este rubro y se ha investigado muy poco sobre el tema, siendo un problema a nivel mundial, restándole importancia.

Este será un trabajo de investigación que se concretará al manejo de los RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, así como lo procesos de recolección, tecnología y equipo con el que se cuentan en algunos países.

Por otra parte se tratará de mostrar la realidad por la que pasa nuestro país acerca del manejo de los RSM, tratando de identificar los problemas principales y la falta de personal capacitado.

En la actualidad todavía se tiene pensamientos conformistas sobre contratar solo personal de limpia y recolección; la población y las autoridades deben hacer conciencia de que se necesita capacitar a este personal así como a la ciudadanía en general para que se haga más eficiente el sistema de recolección de los RSM puesto que no se ha aplicado la normatividad existente correctamente y se usa cualquier sitio como tiradero, no considerando las consecuencias que a futuro puede se pueden tener.

1.1 ANTECEDENTES

La creciente generación de RSM en México hace necesario que se adopten medidas para contrarrestar los impactos ambiental, social y de salud pública que ocasiona la gestión actual. Para mejorar ésta última, es necesario vincular la investigación básica con la investigación aplicada y social, para definir, diseñar e implementar un plan de gestión de los RSM, que incluya líneas de investigación y de acción, e involucre a todos los sectores de la sociedad, así como a los tres niveles de gobierno: municipal, estatal y federal.

A pesar del desarrollo tecnológico existente en el ámbito internacional para la gestión de los RSM; los sistemas de aseo público en México no cuentan con la información suficiente sobre la composición, características y cantidad de dichos residuos, ni de las fuentes que intervienen y de las variables socioeconómicas que determinan la generación de éstos. Tal información es fundamental para planificar la gestión de los RSM, en aspectos como el número y tipo de camiones que se requieren; para diseñar las rutas y las dimensiones de un relleno sanitario, entre otras.

Entonces, ¿cómo afrontar un problema que tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas y en el que la variable afín a la generación de residuos sólidos se circunscribe al mal manejo de los recursos naturales? Es obvio que una sola disciplina no cuenta con todas las herramientas metodológicas y conceptuales suficientes para proponer soluciones adecuadas para el ambiente y viables socioeconómicamente.

Por ello, se propone profundizar en las líneas de investigación sobre residuos sólidos en los siguientes:

1.2 OBJETIVOS:

- A) Conocer la teoría general sobre los Residuos Sólidos
- B) Conocer la Tecnología existente en otros países
- C) Identificar el problema de los Residuos Sólidos en la ciudad de Morelia
- D) Recomendar una alternativa de Solución.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proceso de urbanización acelerado y la modificación de los patrones de consumo que suceden en México, la extensión geográfica que da lugar a la conformación de diversas regiones ecológicas dentro del país, así como la dispersión de la población mexicana, determinan que la **composición y la cantidad de los residuos sólidos municipales (RSM)** varíen de acuerdo con la estación, la región, el modo de vida y el ingreso económico. Por ello es importante reforzar los estudios sobre su composición a en una escala local, ya que existen grandes diferencias entre los datos de fuentes oficiales y las reportadas por otras fuentes no gubernamentales.

Por otro lado, la rapidez del proceso de urbanización en nuestro país ha rebasado la capacidad del gobierno para realizar un adecuado ordenamiento ecológico del territorio.

Por ello, es frecuente que muchos residuos peligrosos en las zonas urbanas, sean depositados de forma clandestina en los vertederos de los municipios rurales, ya que éstos se ven incapacitados para realizar una efectiva vigilancia y asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental en materia de disposición de residuos.

En México, la totalidad de la disposición final de los RSM sigue depositándose en el suelo, en diferentes modalidades: en tiraderos a cielo abierto, en rellenos de tierra no controlados y en relleno sanitario. No obstante que se han incrementado las dos últimas opciones, lo cual indicaría una mejora en la gestión de los RSM; se tiene que los rellenos sanitarios en México no funcionan de acuerdo con la normatividad, ya que no existe un control de los residuos que ingresan y su cobertura es deficiente, debido básicamente a la presencia de pepenadores.

Otro problema es que la mayor parte de las localidades rurales carecen del servicio de recolección, pues la cobertura de estos servicios se limita a las cabeceras municipales; además, en los municipios rurales, el control de los residuos hospitalarios es nulo, ya que éstos se mezclan durante el proceso de colecta, porque es uno solo y terminan depositándose indistintamente en el tiradero, lo cual representa un serio riesgo de salud pública, ya que la población se ve expuesta a los patógenos de estos residuos durante las jornadas de recolección, además de que los trabajadores y otras personas separan materiales de los RSM en el camión o en el tiradero.

Esto repercute en la calidad de los servicios que se prestan y origina un conflicto en la aplicación de los recursos económicos, ya que no se tiene presupuestada una partida específica para la operación de los sistemas de aseo municipales, lo cual determina que no se integren acciones para el manejo y la disposición final adecuados de los RSM.

CAPÍTULO

2

MARCO TEÓRICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- Residuos sólidos son las partes que quedan de algún producto y se conocen comúnmente como basura.
- Material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, el dueño se convierte por ende en generador de residuos.
- Son desperdicios o sobrantes de las actividades humanas.
- Cualquier sustancia, objeto o materia a cuya eliminación su generador procede, se propone a proceder o está obligado a proceder en virtud de la legislación vigente.
- Es todo aquello considerado como desecho y que se necesita eliminar. Los desechos sólidos son un producto de las actividades humanas al cual se le considera sin valor, repugnante e indeseable por lo cual normalmente se le incinera o coloca en lugares predestinados para la recolección para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar.

Se pueden encontrar más definiciones pero en general se resumen en que los residuos sólidos son "el producto que le es inservible al hombre después de haberlo utilizado y que le estorba en consecuencia tiene que deshacerse del él".

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

A) Clasificación por estado

Un residuo es definido por estado según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos desde este punto de vista sólidos, líquidos y gaseosos. (En este documento solo nos referiremos al estado sólido ya que es el caso de estudio).

B) Clasificación por origen

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial.

Tipos de residuos más importantes:

- Residuos municipales:

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

- Residuos industriales :

La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.

- Residuos mineros :

Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros.

- Residuos hospitalarios :

Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel de generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital los residuos son generalmente esterilizados.

La composición de los residuos hospitalarios varia desde el residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo medico conteniendo sustancias peligrosas.

Según el Integrated Waste Management Board de California USA se entiende por residuo médico como aquel que está compuesto por residuos que son generados como resultado de:

- a) Tratamiento, diagnóstico o inmunización de humanos o animales
- b) Investigación conducente a la producción o prueba de preparaciones médicas hechas de organismos vivos y sus productos.

C) Clasificación por tipo de manejo

Se puede clasificar un residuo por presentar algunas características asociadas al manejo que debe ser realizado:

Desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos:

- a) *Residuo peligroso*: Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- b) *Residuo inerte*: Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- c) *Residuo no peligroso*: Ninguno de los anteriores

Una forma de resumir la clasificación de acuerdo al manejo seria:

- Residuos Municipales
- Residuos Especiales.

Los residuos municipales comprenden aquellos generados en casas-habitación, comercio, mercado, instituciones, vías públicas, jardines, demoliciones y construcciones.

Los residuos especiales son los generados en procesos industriales, servicios hospitalarios y de laboratorios, actividades agrícolas y actividades nucleares, los cuales por sus características físicas, químicas y biológicas deben ser manejados, tratados y dispuestos utilizando métodos adecuados para evitar riesgos a la salud y a la ecología.

En nuestro caso solo estudiaremos los residuos sólidos municipales (RSM).

2.3 GENERACIÓN DE RSM

Para poder estimar y estudiar el volumen de generación de los RSM se debe primero hacer una sencilla clasificación de éstos como a continuación se muestra:

Materia orgánica. Restos de comida, de jardinería y otros materiales fermentables constituyen el principal componente de los residuos, que tiende a disminuir en las sociedades más desarrolladas.

- Vidrio. Botellas, envases de alimentos, etc. La recogida diferenciada de esta fracción está cada vez más extendida.
- Papel y cartón. Periódicos, papel en general, cajas y envases. Esta fracción ha experimentado importantes incrementos en los últimos años y su recogida en origen está en expansión.
- Plásticos. Botellas y envases para líquidos, envases y embalajes. Bajo este nombre se agrupan diferentes polímeros que, en general, pertenecen a alguno de los grupos que se relacionan a continuación: Policloruro de vinilo, polietileno tereftalato, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno y poliestireno. La recuperación y reciclaje de los materiales plásticos aún no está generalizada.
- Otros componentes. Madera, cenizas, textiles, goma, latas metálicas, etc.

Tabla 2.1.- Estadísticas de Generación de Residuos Sólidos urbanos por tipo de basura, 1995 a 2004 (Fuente: INEGI)

(Miles de toneladas) Tipo de basura	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Total	30 510	31 959	29 272	30 550	30 952	30 733	31 489	32 174	32 916	34 603
Papel, cartón, productos de papel	4 293	4 497	4 119	4 298	4 355	4 324	4 430	4 527	4 909	5 160
Textiles	455	476	436	455	461	458	469	479	495	520
Plásticos	1 336	1 400	1 282	1 338	1 356	1 346	1 379	1 409	2 013	2 116
Vidrios	1 800	1 886	1 727	1 802	1 826	1 813	1 858	1 898	2 158	2 210
Metales	885	927	849	886	898	891	913	933	1 048	1 160
Aluminio	488	511	468	489	495	492	504	515	587	606
Ferrosos	246	257	236	246	249	247	253	259	283	329
Otros ferrosos ^a	151	158	145	151	153	152	156	159	178	225
Basura de comida, de jardines y materiales orgánicos similares	15 987	16 747	15 339	16 008	16 219	16 104	16 500	16 859	16 590	17 441
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	5 754	6 028	5 521	5 762	5 838	5 796	5 939	6 068	5 703	5 996
NOTA: Debido al redondeo de cifras la suma de los parciales puede no coincidir con el total. A partir de 1997 las cifras reportadas se han ajustado con base en estudios de generación per cápita llevados a cabo en pequeñas comunidades, donde se encontró que dicha generación es del orden de 200 a 350g., cantidades inferiores a las reportadas en años anteriores. ^a Incluye cobre, plomo, estaño y níquel. FUENTE: INEGI. Con base en SEDESOL. DGOT. Subdirección de Asistencia Técnica a Organismos Operadores Urbanos Regionales.										

Tabla 2.2.- Estadísticas de Generación de RSU por entidad federativa, 1998 a 2005 (Fuente: INEGI)

(Miles de toneladas) Entidad federativa	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Estados Unidos Mexicanos	30 551	30 952	30 733	31 489	32 174	32 916	34 602	35 383
Aguascalientes	273	276	276	285	293	299	314	327
Baja California	835	844	941	985	1 027	1 073	1 132	1 175
Baja California Sur	126	128	135	140	146	150	164	168
Campeche	232	235	190	192	193	197	219	224
Coahuila de Zaragoza	676	683	683	701	716	734	785	801
Colima	147	148	153	158	163	168	172	177
Chiapas	873	882	883	909	933	960	1 033	1 053
Chihuahua	940	950	994	1 029	1 063	1 099	1 168	1 199
Distrito Federal	4 221	4 351	4 351	4 351	4 351	4 380	4 500	4 550
Durango	412	416	400	407	413	420	456	456
Guanajuato	1 363	1 377	1 371	1 406	1 437	1 471	1 555	1 584
Guerrero	808	816	765	783	799	818	840	858
Hidalgo	505	510	511	524	536	548	569	586
Jalisco	2 236	2 259	2 168	2 221	2 267	2 318	2 427	2 482
México	5 039	5 091	4 973	5 148	5 311	5 475	5 709	5 902
Michoacán de Ocampo	965	975	964	982	998	1 015	1 077	1 091
Morelos	443	448	459	472	483	493	526	538
Nayarit	236	239	230	234	238	241	263	265
Nuevo León	1 470	1 486	1 497	1 540	1 579	1 621	1 708	1 752
Oaxaca	675	682	685	703	720	730	774	792
Puebla	1 309	1 322	1 348	1 387	1 423	1 460	1 504	1 548
Querétaro Arteaga	386	390	416	432	447	464	489	504
Quintana Roo	243	246	269	285	301	318	336	352
San Luis Potosí	588	594	579	593	604	617	631	646
Sinaloa	790	798	759	776	791	807	861	872
Sonora	651	658	660	676	689	704	766	785
Tabasco	517	522	521	536	549	562	591	602
Tamaulipas	809	818	851	878	903	931	1 011	1 038
Tlaxcala	217	219	230	237	243	248	266	272
Veracruz de Ignacio de la Llave	1 808	1 826	1 724	1 754	1 780	1 807	1 913	1 927
Yucatán	431	436	438	449	460	471	496	509
Zacatecas	325	329	311	315	318	321	347	347

NOTA: Debido al redondeo de cifras la suma de los parciales puede no coincidir con el total.

Los cálculos de la generación para 2004 y 2005, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero incremento más allá de las tendencias que se venían observando del 2000 al 2003.

FUENTE: INEGI. Con base en SEDESOL. DGOT. Subdirección de Asistencia Técnica a Organismos Operadores Urbanos Regionales.

Se puede apreciar que el menor estado generador de RSM es Baja California Sur y el mayor estado generador es México.

2.3.1 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLDOS

Producción Per cápita (PPC)

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas.

Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).

Estimación teórica de Producción per cápita (PPC)

La PPC es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían. En términos gruesos, la PPC varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros elementos, como los periodos estacionales y las actividades predominantes también afectan la PPC.

Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente expresión:

$$P_R = \frac{N_V * N_J * C_P * D_N}{POBLACION}$$

DONDE:

P_R = Producción total de residuos sólidos kg/hab/día

N_V = Numero de vehículos en operación

N_J = Numero de viajes por vehículos

C_P = Capacidad útil estimada por vehículo en m^3

D_N = Densidad de los residuos en el vehículo.

Tabla2.3.- Valores de Densidad de residuos por tipo de Vehículo
(Fuente CONAMA)

TIPO VEHICULO	RANGO DENSIDAD (kg/m ³)
Camión con caja compactadora	500-650
Camión con residuos acomodados y con compactación por pisadas y peso propio	350 - 400
Camión con residuos acomodados y compactados por peso propio	300 - 350
Camión con residuos sin acomodar y compactados por peso propio	250 - 300

2.4 CARACTERISTICAS DE LOS RS

Humedad

Es una característica importante para los procesos a que puede ser sometida los residuos sólidos. Se determina generalmente de la siguiente forma:

Tomar una muestra representativa, de 1 a 2 Kg , se calienta a 80°C durante 24 horas, se pesa y se expresa en base seca o húmeda.

Densidad

La densidad de los sólidos rellenos depende de su constitución y humedad, por que este valor se debe medir para tener un valor más real. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.

Densidad suelta: Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos.

Densidad transporte: Depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico es del orden de 0.6 Kg/l.

Densidad residuo dispuesto en relleno: Se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio.

Poder calorífico

Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre poder calorífico inferior y superior.

El Poder Calorífico Superior (PCS) no considera corrección por humedad y el inferior (PCI) en cambio si. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr], [Kcal/kg], [BTU/lb]. Se mide utilizando un calorímetro.

Granulometría

El grado de segregación de los materiales y el tamaño físico de los componentes elementales de los residuos urbanos, constituyen un valor imprescindible para el dimensionado de los procesos mecánicos de separación y, en concreto, para definir cribas, tromeles y elementos similares que basan su separación exclusivamente en el tamaño.

2.5 CONSECUENCIAS DEL MAL USO DE LOS RSM

Los riesgos principales que podemos enunciar son los siguientes:

- Riesgos para la salud
- Riesgos Directos
- Riesgos indirectos

RIESGOS PARA LA SALUD: La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas. Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.

RIESGOS DIRECTOS: Son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura.

El servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos: se realiza en movimiento, levantando objetos pesados y, a veces, por la noche o en las primeras horas de la mañana; condiciones éstas que lo vuelven de alto riesgo y hacen que la morbilidad pueda llegar a ser alta. Las condiciones anteriores se tornan más críticas si las jornadas son largas y si, además, no se aplican medidas preventivas o no se usan artículos de protección necesarios.

Asimismo, los vehículos de recolección no siempre ofrecen las mejores condiciones: en muchos casos, los operarios deben realizar sus actividades en presencia continua de gases y partículas emanadas por los propios equipos, lo que produce irritación en los ojos y afecciones respiratorias; por otra parte, estas personas están expuestas a mayores riesgos de accidentes de tránsito, magulladuras, etc.



FOTO 2.1 RIESGOS DIRECTOS (FUENTE: CURSO TALLER SOBRE MEDIOAMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

RIESGOS INDIRECTOS: El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad. Algunos ejemplos se muestran en la tabla 2.4.

Tabla 2.4.- Enfermedades transmitidas por vector (Fuente: EstructuPlan.com)

Vectores	Formas de transmisión	Principales enfermedades
• Ratas	• Mordisco, orina y heces • Pulgas	• Peste bubónica • Tifus murino • Leptospirosis
• Moscas	• Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	• Fiebre tifoidea • Salmonellosis • Cólera • Amibiasis • Disentería • Giardiasis
• Mosquitos	• Picadura del mosquito hembra	• Malaria • Leishmaniasis • Fiebre amarilla • Dengue • Filariasis
• Cucarachas	• Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	• Fiebre tifoidea • Heces • Cólera • Giardiasis
• Cerdos	• Ingestión de carne contaminada	• Cisticercosis • Toxoplasmosis • Triquinosis • Teniasis
• Aves	• Heces	• Toxoplasmosis
Fuente: Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, DESA/UPMG. Fundação Estadual do Meio Ambiente. FEMA/MG. 1995.		

RIESGOS EN EL MEDIO AMBIENTE

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

Los principales problemas que podemos mencionar en esta categoría son los siguientes:

- Contaminación del agua
- Contaminación del Suelo
- Contaminación del Aire

CONTAMINACIÓN DEL AGUA: el efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de recreación de sus habitantes.

La descarga de la basura en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de estos como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas.



FOTO 2.2 CONTAMINACION DEL AGUA (FUENTE: CURSO TALLER SOBRE MEDIOAMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

CONTAMINACION DEL SUELO: otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.



FOTO 2.3 CONTAMINACION DEL SUELO (FUENTE: CURSO TALLER SOBRE MEDIOAMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

CONTAMINACION DEL AIRE: Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.



FOTO 2.4 CONTAMINACION DEL AIRE (FOURTUNECITY)

2.6 LEGISLACIÓN

La legislación vigente sobre el manejo de RSM se encuentra en:

1. Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Medio Ambiente.
2. Reglamento de limpieza publica dentro del municipio de Morelia Mich.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

En el Titulo Cuarto "Protección al Ambiente" capítulo VI "Materiales y Residuos Peligrosos" de esta ley se regula el uso y manejo de residuos peligrosos.

A continuación se enuncian brevemente los artículos referentes a RSM.

CAPÍTULO VI

Materiales y Residuos Peligrosos

ARTÍCULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.

Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

ARTÍCULO 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas

autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.

Quienes generen, reusen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.

En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reuso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

ARTÍCULO 152.- La Secretaría promoverá programas tendientes a prevenir y reducir la generación de residuos peligrosos, así como a estimular su reuso y reciclaje.

En aquellos casos en que los residuos peligrosos puedan ser utilizados en un proceso distinto al que los generó, el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que se expidan, deberán establecer los mecanismos y procedimientos que hagan posible su manejo eficiente desde el punto de vista ambiental y económico.

Los residuos peligrosos que sean usados, tratados o reciclados en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte de la empresa responsable, de acuerdo con las formalidades que establezca el Reglamento de la presente Ley.

En el caso de que los residuos señalados en el párrafo anterior, sean transportados a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará a lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos.

ARTÍCULO 153.- La importación o exportación de materiales o residuos peligrosos se sujetará a las estrictiones que establezca el Ejecutivo Federal, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Comercio.

A continuación se muestran los artículos que hablan sobre la normatividad que regula el manejo de los RSM.

H. AYUNTAMIENTO DE MORELIA MICH.

TITULO PRIMERO DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO UNICO

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1.- Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento son de orden e interés públicos, así como de observancia y tienen por objeto, establecer las bases que regulen el servicio de limpieza pública dentro del Municipio de Morelia, Michoacán.

ARTÍCULO 2.- Son sujetos al cumplimiento del presente Reglamento:

Todos los habitantes del Municipio de Morelia, Michoacán, así como los visitantes y quienes se encuentren de paso en el mismo.

Las personas morales públicas, instituciones, dependencias, funcionarios o servidores públicos que se dediquen a prestar el servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades, dentro del Municipio de Morelia, Michoacán.

Todas las personas morales a quienes se les concione la prestación de dicho servicio en cualquiera de sus modalidades, en los términos, del presente Reglamento y demás normatividad aplicable.

Todos aquellos a quienes expresamente se les señale algún derecho u obligación dentro del presente Reglamento.

ARTÍCULO 3.- Para los efectos del presente Reglamento se entenderá como:

AYUNTAMIENTO: El Honorable Ayuntamiento Constitucional de Morelia, Michoacán, en los términos previstos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado de Michoacán de Ocampo y, la Ley Orgánica Municipal del Estado.

LA ADMINISTRACIÓN: A la Presidencia Municipal de Morelia, Michoacán y las demás Dependencias Administrativas de conformidad con el contenido de la Ley Orgánica Municipal del Estado, así como las demás disposiciones aplicables.

LA SECRETARIA: A la Secretaría de Servicios Públicos Municipales de Morelia, Michoacán, como dependencia de la Administración de conformidad con la Ley Orgánica Municipal y demás disposiciones aplicables.

LA DIRECCIÓN: A la Dirección de Aseo Público Municipal de Morelia, Michoacán, como dependencia de la Administración de conformidad con la Ley Orgánica Municipal y demás disposiciones aplicables.

LA TESORERIA: La Tesorería Municipal de Morelia, Michoacán, como dependencia de la Administración de conformidad con la Ley Orgánica Municipal y demás disposiciones aplicables.

Las demás dependencias, órganos, organismos, funcionarios o servidores públicos de la Administración, conforme a las atribuciones que le confiere el presente Reglamento, la Ley Orgánica Municipal y las demás disposiciones aplicables.

TÍTULO TERCERO

DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA

CAPÍTULO PRIMERO

DE LAS GENERALIDADES DEL SERVICIO

ARTÍCULO 12.- El servicio de limpieza pública comprende las siguientes modalidades:

- Barrido de vialidades primarias, jardines y parques públicos dentro del Municipio de Morelia; Recolección y transporte comprende la recepción de los residuos sólidos de parte de los generadores y su traslado a los sitios autorizados para ello.
- Recepción de residuos sólidos separados provenientes de la recolección y transporte, en los sitios autorizados.
- Recepción y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos producto de la recolección y transporte, en los sitios autorizados para dicho fin.
- Disposición final mediante la incineración, entierro o cualquier otro medio determinado para tal efecto, de los residuos sólidos no orgánicos ni separados, en los sitios autorizados para ello.

ARTICULO 13.- La presentación del servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades, dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que señale para tal efecto; respetando el Ayuntamiento las actividades y derechos labores de los trabajadores de la Secretaría, en cualquiera de sus modalidades contempladas en el presente Reglamento.

ARTÍCULO 14.- Para cumplir con las obligaciones que le señala el artículo anterior, la dirección podrá dividir la ciudad en rutas o zonas que técnicamente se considere conveniente.

ARTÍCULO 15.- Cuando se trate de residuos peligrosos de cualquier tipo, así como residuos biológico-infecciosos, se aplicará la legislación específica en vigor que sea aplicable.

ARTÍCULO 16.- Es obligación de todos los habitantes del Municipio de Morelia, barrer diariamente el frente de sus casas o negocios y mantener aseado el mismo. Cuando se trate de viviendas multifamiliares, departamentos, edificios, condominios y demás similares, será obligación de todos los habitantes del inmueble.

ARTÍCULO 17.- Queda terminantemente prohibido a toda persona, tirar o arrojar cualquier tipo de residuos sólidos o basura en la vía pública, parques, jardines, plazas, ríos, arroyos, lagos, lagunas, presas, barrancas y demás que sean considerados como públicos, así como en los lotes baldíos.

ARTÍCULO 18.- Es obligación de todos los dueños o poseedores legales de inmuebles baldíos dentro del Municipio de Morelia, mantenerlos aseados; el saneamiento y limpieza de los inmuebles baldíos correrá a cargo de sus propietarios o poseedores legales.

Además de lo señalado en el párrafo que antecede, para los fines del presente Reglamento, también es obligación de los dueños o poseedores legales de inmuebles baldíos en el Municipio de Morelia, mantener los mismos bardeados, en caso de violación a lo dispuesto en este párrafo, se estará a lo que sobre el particular dispone la Ley de Hacienda Municipal del Estado de Michoacán.

CAPITULO SEGUNDO

DEL BARRIDO

ARTÍCULO 19.- La administración prestará el servicio público de barrido, en las vialidades primarias de jurisdicción municipal, plazas y parques públicos excepto áreas verdes, a través de las áreas operativas que considere pertinentes o por personas morales a quienes se les concesiones dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTÍCULO 20.- El servicio público de barrido dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que se señale para tal efecto y en su caso, de quien se le concesione dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTICULO 21.- Es obligación de quienes presten el servicio público barrido, recoger los residuos sólidos de los depósitos o recipientes recolectores, colocados por la Administración en lugares públicos.

ARTÍCULO 22.- El servicio público de barrido únicamente podrá prestarse en los lugares, días y horarios que para el efecto señale la Secretaría a propuesta de la Dirección.

ARTÍCULO 23.- Todo aquel que preste el servicio público de barrido en los términos del presente Reglamento, deberá contar con los instrumentos, herramientas, insumos, medidas de seguridad, higiene y seguridad social, que sean necesarias para prestar el mismo.

ARTÍCULO 24.- Queda prohibido para todos los que presten el servicio público de barrido, realizar otra actividad que no sea propia del servicio que prestan, o cualquier otra referente al servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades contenidas en el presente Reglamento que no les haya sido expresamente autorizado; así como, recibir los residuos sólidos domiciliarios o de cualquier otra fuente que no sea originada por su propia actividad y las autorizadas en este Reglamento.

ARTÍCULO 25.- El servicio público de barrido quedará sujeto a la inspección y evaluación de la Secretaría, en los términos del presente Reglamento, de las demás disposiciones que sobre la materia emita la Administración, así como, la normatividad aplicable.

ARTÍCULO 26.- El servicio público barrido, no se aplicará cuando se trate de eventos comerciales, ferias, quermeses, espectáculos públicos y demás similares, en cuyo caso corresponderá la obligación a los responsables de dichos eventos o actividades.

CAPÍTULO TERCERO

DE LA RECOLECCION Y TRANSPORTE

ARTÍCULO 27.- La recolección y transporte comprenden, *la recepción de los residuos sólidos previamente separados en orgánicos, separados y sanitarios, de parte de los generadores* y su traslado a los sitios aprobados para ello, por parte de las unidades recolectoras de la Administración y quien obtenga del Ayuntamiento, la concesión correspondiente para prestar dicho servicio en los términos del presente ordenamiento.

ARTÍCULO 28.- La recolección y transporte de los residuos sólidos dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que se señale para tal efecto y en su caso, de quien se le concione dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTÍCULO 29.- La recolección y transporte, deberá realizarse en los días, horarios, rutas, lugares y sectores que fije la Secretaría, de lo cual deberá informarse a la población en general para su conocimiento y observancia.

ARTICULO 30.- La recolección y transporte de los residuos sólidos dentro del Municipio de Morelia, deberá realizarse única y exclusivamente en las unidades expresamente autorizadas.

ARTÍCULO 31.- Los vehículos donde se realice la recolección y transporte de los residuos sólidos, deberán contar con las características de diseño, identificación, condiciones técnicas y operativas que señalen las leyes, normas, reglamentos o cualquier otro ordenamiento legal aplicable; los que determine la Secretaría a propuesta de la Dirección o los que se contengan en su caso, en el contrato de concesión respectivo.

ARTÍCULO 32.- Es obligación de quienes presten el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, cumplir sin excepción con todos los procedimientos de mantenimiento, limpieza y conservación de las unidades que determine la Dirección y las demás que sean necesarias para el buen funcionamiento de las mismas.

ARTÍCULO 33.- Queda prohibido para todos los que presten el servicio público de recolección y transporte, realizar otra actividad que no sea propia del servicio que prestan, o cualquier de sus modalidades contenidas en el presente Reglamento.

ARTÍCULO 34.- Queda estrictamente prohibido prestar el servicio de recolección y transporte a que se refiere el presente Reglamento, sin la autorización correspondiente.

ARTÍCULO 35.- Son obligación de los prestadores del servicio de recolección y transporte:

- Cumplir con todas y cada una de las disposiciones municipales y en su caso, las contenidas en el contrato de concesión respectivo y demás que sean necesarias para prestar dicho servicio.
- Cumplir con los horarios, rutas y modalidades autorizadas.
- Cumplir con las leyes, normas, reglamentos y demás disposiciones en materia de protección al medio ambiente.
- Cumplir con la normatividad de trabajo y previsión social.
- Recolectar y transportar única y exclusivamente los residuos sólidos no peligrosos que previamente hayan sido debidamente separados en los términos del presente Reglamento.
- Entregar exclusivamente en los sitios autorizados para dicho fin y debidamente separados, los residuos sólidos en orgánicos, separados los cuales deberán estar limpios y en sanitarios, única y exclusivamente a las unidades recolectoras autorizadas, sin cuyo requisito, no podrán ser recibidos.
- Las demás que les impongan las leyes y Reglamentos aplicables y, en su caso las que les imponga el contrato de concesión respectivo.

ARTÍCULO 36.- Es obligación de los usuarios del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, entregar los mismos debidamente separados en orgánicos, separados en orgánicos, separados los cuales deberán estar limpios y en sanitarios, única y exclusivamente a las unidades recolectoras autorizadas, sin cuyo requisito, no podrán ser recibidos.

ARTÍCULO 37.- Queda prohibido a quienes presten el servicio de recolección y transporte, recibir residuos sólidos domiciliarios o de cualquier otra fuente, que previamente no hayan sido debidamente separados en los términos del presente Reglamento.

CAPÍTULO CUARTO

DE LA RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS

SÓLIDOS SEPARADOS

ARTÍCULO 38.- Se entenderá como residuos sólidos separados, todos aquellos que no son orgánicos, ni sanitarios y que por su naturaleza son susceptibles de ser reutilizados o reciclados.

ARTÍCULO 39.- Para la recepción de los residuos sólidos separados, provenientes de la recolección y transporte realizada en los términos del presente Reglamento, la Secretaría aprobará a propuesta de la Dirección, los centros municipales de recepción de los mismos, que considere necesarios; así mismo, el Ayuntamiento podrá concesionar dicho servicio en los términos del presente y demás ordenamientos aplicables.

ARTÍCULO 40.- La recepción de los residuos sólidos separados, generados dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que se señale para tal efecto y en su caso, de quien se le concesione dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTÍCULO 41.- La recepción de los residuos sólidos separados, sólo podrá realizarse en el o los centros municipales de recepción autorizados y en las condiciones que para el efecto se aprueben por la Administración.

ARTÍCULO 42.- Solo podrán recibirse los residuos sólidos separados, provenientes de las unidades autorizadas para la recolección y transporte de los mismos o por quienes se les haya concesionado dicho servicio en los términos del presente.

ARTÍCULO 43.- Los centros municipales de recepción, para su funcionamiento, deberán de cumplir con la normatividad que para el efecto emita la Administración y las demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 44.- Son obligaciones de los prestadores del servicio de recepción de los residuos sólidos separados:

- Cumplir con todas y cada una de las disposiciones municipales y en su caso, las contenidas en el contrato de concesión respectivo y demás que sean necesarias para prestar dicho servicio.
- Cumplir con los horarios y modalidades autorizadas.
- Cumplir con las leyes, normas, reglamentos y demás disposiciones en materia de protección al medio ambiente.

- Cumplir con la normatividad de trabajo y previsión social.
- Recibir exclusivamente los residuos sólidos separados no peligrosos, que hayan sido recolectados y transportados en los términos del presente Reglamento.
- Recibir exclusivamente los residuos sólidos separados, provenientes de quienes hayan sido expresamente autorizados para la recolección y transporte de los mismos, en los términos del presente.
- Las demás que les imponga las leyes y reglamentos aplicables y, en su caso las que les imponga el contrato de concesión respectivo.

ARTÍCULO 45.- Queda prohibido para todos los que presten el servicio público de recolección de los residuos sólidos separados, realizar otra actividad que no sea propia del servicio que prestan, o cualquier otra referente al servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades contenidas en el presente Reglamento, que no les haya sido expresamente autorizado.

CAPÍTULO QUINTO DE LA RECEPCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

ARTÍCULO 46.- Los residuos sólidos orgánicos serán tratados para su aprovechamiento por la Administración a través de la Dirección o la dependencia que se designe para tal efecto, o por quien se le concesione dicho servicio en los términos del presente Reglamento y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 47.- La recepción y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos generados dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que se señale para tal efecto y en su caso de quien se le concesione dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTÍCULO 48.- La Administración podrá instalar por sí o por quien se le concesione dicho servicio, centros de recepción y tratamiento de residuos sólidos orgánicos, los cuales deberán cumplir para su instalación y funcionamiento con las disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 49.- Es obligación de los titulares, responsables, trabajadores y demás personal de los centros de recepción y tratamiento, recibir para su tratamiento los residuos sólidos orgánicos, única y exclusivamente provenientes de la recolección y transporte expresamente autorizados para recibirlos por el Ayuntamiento.

ARTÍCULO 50.- Las áreas o sitios municipales donde se realice el composteo, deberán cumplir para su instalación y funcionamiento con las normas,

reglamentos, las disposiciones que para el efecto emita la Administración a propuesta de la Dirección y demás normatividad aplicable, asegurándose siempre que no se ponga en riesgo la salud pública ni se atente contra el medio ambiente.

ARTÍCULO 51.- Queda prohibido para todos los que presten el servicio público de recepción y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, realizar otra actividad que no sea propia del servicio que prestan, o cualquier otra referente al servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades contenidas en el presente Reglamento, que no les hayan sido expresamente autorizadas.

CAPÍTULO SEXTO

DE LA DISPOSICIÓN FINAL

ARTÍCULO 52.- La disposición final de los residuos sólidos no separados ni orgánicos, podrá realizarse mediante la incineración entiero o cualquier otro medio expresamente diseñado y autorizado para tal efecto.

ARTÍCULO 53.- La disposición final de los residuos sólidos generados dentro del Municipio de Morelia, es responsabilidad de la Secretaría a través de la Dirección o la dependencia que se señale para tal efecto y en su caso, de quien se le concesione dicho servicio en los términos del presente Reglamento.

ARTÍCULO 54.- El Ayuntamiento determinará los sitios para la disposición final de los residuos sólidos generados en el Municipio de Morelia, los cuales deberán cumplir con todos y cada uno de los requisitos y condiciones que para ese efecto y para su funcionamiento, determine dicho órgano de Gobierno Municipal en coordinación con la Secretaría y la Dirección, así como la demás normatividad aplicable.

ARTÍCULO 55.- La disposición final de los residuos sólidos, sólo podrá realizarse en los sitios autorizados para tal fin en los términos del presente Reglamento, quedando prohibido depositarlos en cualquier otro sitio.

ARTÍCULO 56.- Los titulares, responsables, trabajadores, así como, el demás personal de los sitios autorizados para la disposición final, únicamente podrán permitir la entrada a ellos y recibir los residuos sólidos no orgánicos y no separados, que no sean considerados como peligrosos, exclusivamente de quienes hayan sido autorizados para la recolección y transporte de los mismos, en los términos del presente ordenamiento.

ARTÍCULO 57.- Solo podrá disponerse para su destino final, los residuos sólidos restantes de los procesos de separación y tratamiento mencionados con anterioridad.

ARTÍCULO 58.- Quedan prohibidos la separación y el tratamiento de los residuos sólidos de cualquier tipo, en los sitios autorizados para la disposición final de los mismos.

ARTÍCULO 59.- Queda prohibido, para todos los que presten el servicio Público de disposición final de los residuos sólidos realizar otra actividad que no sea propia del servicio que prestan, o cualquier otra referente al servicio de limpieza pública en cualquiera de sus modalidades contenidas en el presente Reglamento y que no les haya sido expresamente autorizada.

ARTÍCULO 60.- Queda prohibido para todos los que presten el servicio de disposición final en los términos del presente Reglamento, recibir los residuos sólidos peligrosos o biológico-infecciosos de cualquier especie.

ARTÍCULO 61.- Son obligaciones de los prestadores del servicio de disposición final de los residuos sólidos, cumplir con todas y cada una de las disposiciones municipales; en su caso con las contenidas en el contrato de concesión respectivo; las demás que sean necesarias para prestar dicho servicio; así como, cumplir con las leyes, normas, reglamentos y demás disposiciones aplicables en materia de protección al medio ambiente y además:

Cumplir con la normatividad de trabajo y previsión social.

Recibir para su destino final, únicamente los residuos sólidos no peligrosos restantes de los procesos de separación y tratamiento referidos en el presente Reglamento.

Recibir exclusivamente los residuos sólidos no orgánicos, no separados y no peligrosos, provenientes de quienes hayan sido expresamente autorizados para la recolección y transporte de los mismos, en los términos del presente.

Vigilar que los procesos de destino final, se realicen conforme a la normatividad aplicable.

Las demás que les impongan las leyes y reglamentos aplicables.

CAPÍTULO

3

TIPOS DE RECOLECCIÓN Y EQUIPOS

3.1 TIPOS DE RECOLECCIÓN

La recolección de residuos es, en términos generales, el transportar los residuos sólidos desde su almacenamiento en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final.

Es uno de los más costosos elementos funcionales, es la parte medular del sistema de manejo de residuos sólidos y tiene como objeto primordial preservar la salud pública mediante la recolección de los residuos en todos los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento y/o disposición final, de la manera más sana, eficiente y con el mínimo costo.

La recolección tiene por objeto retirar los RSM de la fuente generadora (hogar, comercios, oficinas, mercados, rastros, etc.), a fin de concentrarlos en un punto de transferencia, centro de acopio para su proceso (reciclaje o tratamiento) o, de otra manera llevarlos directamente al sitio de disposición final. Al llevar a cabo un sistema de recolección es importante considerar si se va a establecer un sistema de recolección separada y definir la clasificación de los subproductos.

Una de las primeras decisiones que deben tomarse en cuenta al diseñar el sistema de recolección es el método utilizado para la recolección de los residuos. Esta es una decisión importante porque incide en las otras variables incluyendo el tipo de recipiente para almacenamiento, tamaño de la cuadrilla y en la selección de los vehículos recolectores. Entre los métodos más comunes para la recolección de los RSM y atendiendo al grado de especialización de los vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en:

- métodos mecanizados
- semimecanizados y
- métodos manuales.

Los métodos *mecanizados* y *semimecanizados* normalmente se utilizan en localidades altamente urbanizadas; mientras que los *métodos manuales* (que normalmente se efectúan con equipos no convencionales), son más usuales en zonas deprimidas y de difícil acceso, así como en localidades eminentemente rurales.

Según el tipo de demanda por atender:

- Demanda de tipo continuo
- Demanda de tipo semicontinuo
- Demandas de tipo discreto

Con base en lo antes escrito, se puede decir que ***un método de recolección está definido por el tipo de demanda exigida y por el grado de tecnificación de los equipos utilizados.***

A escala nacional los métodos de recolección se clasifican en:

- Método de Esquina o de parada fija
- Método de acera
- Método intradomiciliario o de llevar y traer
- Método de contenedores

Método de Esquina o de parada fija: 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.

Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo. La operación anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado.



FOTO 3.1.- METODO DE ESQUINA O PARADA FIJA

Método de 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.



FOTO 3.2.- METODO DE ACERA

Método de Llevar y traer o intradomiciliario: este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas habitación por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo.

Método de Contenedores: El Método de Contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. Puede decirse que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.



FOTO 3.3.- METODO DE CONTENEDORES

3.1.1 TIPOS DE CONTENEDORES

- **Bolsas o sacos desechables.** Envases de lámina de plástico o papel craft de diferentes capacidades, entre 9 y 110 litros. Pueden ser bolsas de basura compradas o bolsas reutilizadas de los supermercados. Soportan suficiente peso y normalmente van cerradas. Pueden romperse y con ello ensuciar la calle y representar un riesgo para el operario de la recogida. En el caso de bolsas de plástico, pueden incrementar la fracción de plástico en la basura hasta un 2% (López *et al.*, 1975).
- **Cubos de basura.** Son recipientes de plástico o metal provistos de tapa. En ellos se depositan las bolsas de basura. Su capacidad va de 18-150 litros. (López *et al.*, 1975). Para inmuebles con chimeneas de basura, se utilizan cubos de gran capacidad.
- **Contenedores de dos ruedas.** Son cubos de basura provistos de dos ruedas, tapa con bisagra y enganche para su vaciado mecánico.
- **Contenedores de cuatro ruedas.** Contenedores diseñados para recibir mayor capacidad de carga, están equipados con cuatro ruedas giratorias, dos asas, tapa con bisagra y tapón en el fondo (Foto 3.4). Su capacidad varía entre 0.4 y 1.1 m³. Se usan en acera y en inmuebles con bajantes o

chimeneas de basuras. Hasta ahora, la tendencia ha sido instalar contenedores de hasta 1.1 m^3 para la recogida en masa. Con la aparición de camiones de recogida lateral, se están sustituyendo, allí donde se puede, por contenedores de gran capacidad.

- **Contenedores de gran capacidad.** Pueden ser abiertos o cerrados. Su capacidad varía entre $3.2\text{-}30 \text{ m}^3$ (Foto 3.5).
Cerrados: van equipados con equipo autocompactor que permite una reducción considerable de volumen. Están provistos de enganche para su elevación a camiones especiales. Se utilizan en mercados, hospitales, grandes conjuntos de viviendas, etc.
Abiertos: sirven para depositar residuos voluminosos, escombros, etc.
- **Contenedores para recogida selectiva:** tienen diversas formas y están concebidos para recibir exclusivamente un solo tipo de material.



FOTO 3.4 Contenedor de 4 ruedas de 1.1 m^3 (Fuente: CURSO TALLER SOBRE MEDIOAMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)



FOTO 3.5 Contenedor de 4 ruedas de 3.2 m^3 (Fuente: CURSO TALLER SOBRE MEDIOAMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)



FOTO 3.6 Contenedor enterrados (Fuente: CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

No debe pensarse, no obstante, que en todos los casos los métodos de recolección mencionados se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan servicio (por señalar tan sólo algunas de ellas), que los diferencian de los antes mencionados.

Otro método de recolección que está incursionado en los grandes países desarrollados y sin embargo no se tiene en nuestro país el método de *"Recogida Selectiva"*

3.1.2 RECOGIDA SELECTIVA

La separación de materiales como papel, vidrio, plástico, metal, etc. en el punto de generación es una de las formas más eficaces de recuperación para su posterior valorización mediante reciclado, reutilización o cualquier otro proceso. Por tanto, el principal objetivo de la recogida selectiva es el de separar la mayor cantidad de materiales con el mayor grado de calidad posible. Para ello, es imprescindible contar dentro del sistema de gestión con un modelo adecuado de recogida selectiva en origen.

Se puede tomar como definición de Recogida Selectiva la que proporciona la legislación española en la Ley 10/98 de Residuos. Ésta la define como *"el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos"*.

La recogida selectiva se puede dividir en dos fases claramente diferenciadas:

- la prerrecogida y
- la recogida.

La primera comprende el procesamiento de los residuos en origen (en casa) hasta su depósito en los puntos de recogida. La segunda, la recogida y el transporte de los residuos seleccionados a las estaciones de transferencia o a las plantas de selección, recuperación y reciclado.

La recogida selectiva de los RSM se centra en la fracción de residuos domiciliarios, comerciales e industriales asimilables a urbanos por ser la fracción más peligrosa, heterogénea y suponer entre el 80 y 90% en peso del total de los residuos urbanos. El resto de los residuos lo forman los voluminosos, escombros, coches abandonados, etc., que son recogidos e incluso gestionados separadamente.

Los sistemas de recogida selectiva varían de unos países a otros según sus necesidades. En Alemania existe el sistema dual, *Dual System Deutschland* (DSD), por el que los residuos de envases son recogidos separadamente por una red dependiente de las empresas vendedoras de productos de consumo. En Japón, los residuos combustibles y los no combustibles tienen sistemas de recogida separada, con el objetivo de su incineración. En la mayoría de los países de Europa y América del Norte existen sistemas paralelos de recogida (masa y reciclables) de muy diversos tipos.

La recogida selectiva está condicionada por los factores del entorno que influyen en la elección de las diferentes alternativas que se puedan dar en los dos elementos del sistema. Para estudiar las interacciones entre el sistema y su entorno será imprescindible definir los límites del sistema.

En la Figura 3.1 se presenta el esquema de la recogida selectiva y los factores del entorno que influyen en el sistema.

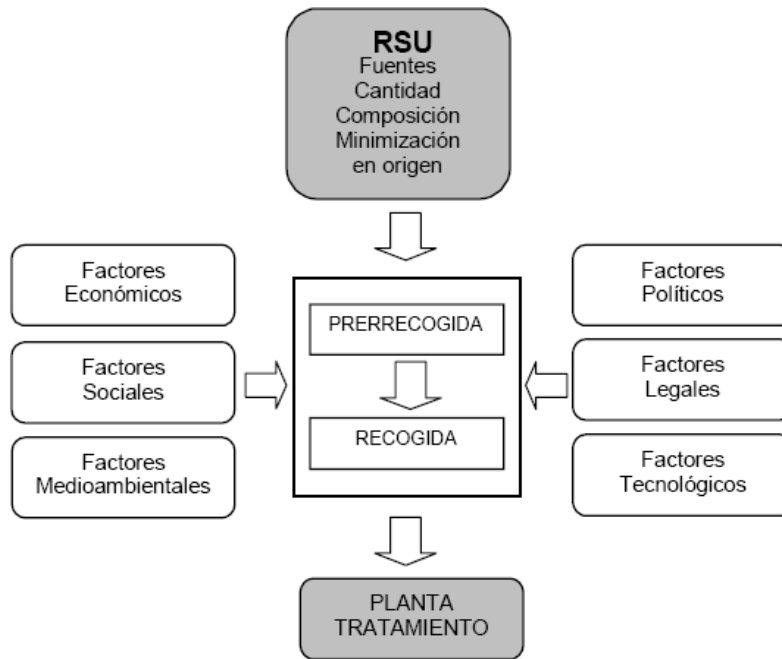


FIGURA 3.1.- Esquema de la Recogida Selectiva
 (Fuente: Residuos Sólidos Urbanos. Antonio Gallardo Izquierdo)

- *Económicos*: minimizar los costes de la recogida, recuperación de materiales con alto valor económico, la demanda de subproductos, los precios de la electricidad y otros combustibles, la disponibilidad de nuevos sitios para vertederos, etc.
- *Medioambientales*: minimización de residuos, restricciones en las emisiones a la atmósfera, agua y tierra, etc.
- *Sociales*: demanda de la implantación de un programa de recogida selectiva por parte de un sector de la sociedad.
- *Políticos*: programas políticos a desarrollar en materia de residuos.
- *Legales*: cumplimiento de las restricciones impuestas por las normativas, objetivos de futuras normativas, etc.
- *Tecnológicas*: costes y propiedades de las nuevas tecnologías.

3.1.3 PRERRECOGIDA

La Prerrecogida comprende las actividades de manipulación, procesado y almacenamiento de los RSM hasta que son depositados en los puntos de recogida. Una vez depositados y almacenados en diferentes tipos de contenedores, los residuos serán recogidos por los servicios de recogida y llevados a la siguiente instalación del sistema de gestión.

La prerrecogida tiene un efecto destacado sobre la salud pública y la actitud de los ciudadanos acerca de los residuos y su gestión, por lo que es importante que se presenten en las condiciones higiénicas, lugares y horarios más idóneos. También influye significativamente en la calidad de los materiales recuperados, cuestión a tener en cuenta a la hora de obtener subproductos que puedan ser comercializados y aprovechables.

Procesado de los residuos en origen

El procesado de los residuos en origen se utiliza para reducir su volumen, recuperar materiales reutilizables y alterar la forma física de los residuos. Las operaciones más comúnmente utilizadas son:

- *Separación de componentes.* Consiste en la separación en casa, en diferentes bolsas o cubos, de aquellos materiales que se recogen de forma selectiva.
- *Trituración de los residuos.* Consiste en la trituración de los residuos alimentarios. A partir de trituradoras instaladas en las cocinas se Trituran los restos de cocina y comida, a excepción de huesos y otros materiales duros. De este modo se desvía parte de los residuos al sistema de alcantarillado. Esta práctica está muy generalizada en EE.UU., llegando en algunos casos a reducirse en un 30% los restos de comida (Tchobanoglous *et al.*, 1994).
- *Compactación.* Consiste en reducir el volumen de los residuos aplicando presión. Se pueden utilizar pequeñas unidades domésticas o grandes compactadoras para bloques de viviendas y comercios. Esta práctica es habitual en los hogares de EE.UU.
- *Incineración.* Consiste en la quema de residuos domésticos en chimeneas y jardines. La quema en chimeneas era habitual en el pasado, sobre todo en los pueblos donde todas las casas tenían un fuego o estufa como fuente de calor. Hoy día, debido a la poca utilización de las mismas y a las emisiones contaminantes, se ha dejado de utilizar esta práctica.
- *Compostaje.* Transformación biológica de la materia orgánica dando paso a una materia estable que sirve como enmienda orgánica para los suelos. Esta práctica se puede realizar en viviendas con jardín donde instalar la unidad de compostaje. En EE.UU fue muy popular en los años 70 (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Separación de los Residuos en Origen

La mayoría de los métodos de valorización, como el reciclado o la incineración, requieren la separación en origen de los residuos en diferentes fracciones, para alcanzar los mínimos de calidad y rentabilidad exigidos en dichos procesos. Los factores que influyen en la determinación del grado de fraccionamiento son:

- *Composición.* A la hora de fraccionar la basura en origen hay que tener en cuenta su composición. En los RSM existen dos fracciones claramente diferenciadas, la Materia Orgánica y el Resto, formado principalmente por envases. Si se desea la recuperación de materiales para su reciclado es fundamental que se separen al menos estas dos fracciones.
- *Método de valorización.* Dependiendo del método de valorización aplicado a los residuos, la separación en origen se puede dar de diferentes modos: para la incineración se fracciona en inertes y combustibles, para el compostaje en materia orgánica rápidamente putrescible y resto, etc.
- *Facilidad en la separación.* La eficiencia del fraccionamiento en origen vendrá dado principalmente por la habilidad de los usuarios en la selección y la motivación que tengan. Si se exige un fraccionamiento elevado, de cinco o seis fracciones, la separación se complica y la motivación del ciudadano decae.
- *Restricciones de la legislación.* La legislación puede imponer un grado de fraccionamiento, un grado de recuperación o un tipo de tratamiento determinados. Esto hará que se tenga que elegir el tipo de fraccionamiento con el que se puedan alcanzar los objetivos impuestos por la ley. Por ejemplo, en Holanda la ley exige que se separen los RSM al menos en dos fracciones: Materia Orgánica y Resto.
- *Exigencias del mercado.* La selección de los materiales depende en gran medida del mercado, que cada vez demanda una mayor calidad de los materiales (Noehammer *et al.*, 1997). En función del precio de los subproductos en el mercado se puede elegir el tipo de fraccionamiento y el material a desviar del flujo de residuos. En los últimos años la aparición de contenedores de papel y vidrio en las grandes ciudades ha sido consecuencia del valor elevado de estos subproductos.

En función de los factores anteriores existe un amplio abanico de fraccionamientos, pudiendo ir desde el grado cero, es decir, una recogida en masa o "todo uno" hasta un alto grado de separación específica por materiales. Las separaciones en origen más extendidas son las indicadas en la Figura 3.2 y consisten en lo siguiente (Tchobanoglous *et al.*, 1994; White *et al.*, 1995; Del Val, 1993; Institut Cerdá, 1997):

- *En masa.* No se hace ningún tipo de separación echándose todos los residuos en un único recipiente.
- *Dos fracciones.* Las basuras se clasifican en dos bolsas. Los materiales depositados en cada una de ellas dependen de los objetivos de valorización, siendo los casos más frecuentes:
 1. "Materia Orgánica" (MO), formada por restos de comida, jardín, etc., y "Resto", formado por todo lo demás.
 2. "Reciclables", conjunto de materiales específicos que el ayuntamiento, la empresa gestora o la propia ley eligen desviar, y "Masa", compuesta por el resto de materiales.
 3. "Materia Inerte", compuesta por latas, vidrio, porcelana, etc. y "Combustible", formado por material combustible.
- *Tres fracciones:* los residuos se dividen en "MO", "Reciclables" y "Resto". El Resto está formado por residuos de dudosa clasificación.
- *Separación específica:* En este caso hay una fracción "Masa" y varias fracciones monomaterial. Los materiales separados pueden ser: residuos altamente tóxicos como pilas y medicamentos; residuos de alto valor económico como vidrio, papel o latas de aluminio; ropa y juguetes para ayudas benéficas; etc.

En menor medida, también se dan otros tipos de separación en origen en función de los intereses o necesidades particulares de la población o comarca.








Sin fraccionar	Totales 		
Dos fracciones: Materia fermentable y Resto	Fermentables 	Resto 	
Tres fracciones: Materia fermentable, Materiales ligeros, Resto	Fermentables 	Resto 	Ligeros 
Separación específica: Materiales específicos y Resto	Resto 	Específicos 	

Figura 3.2.- Tipos de Fraccionamiento en origen
(Fuente: Residuos Sólidos Urbanos. Antonio Gallardo Izquierdo)

3.1.4 RECOGIDA

La recogida es el elemento de gestión que incluye las actividades de traslado de los residuos del lugar donde son depositados por los ciudadanos hasta el camión de recogida, carga al camión, transporte a los puntos de transferencia o de tratamiento y por último descarga de los residuos en dicho lugar.

3.2 EQUIPOS DE RECOLECCIÓN.

Tomando en cuenta que la selección del equipo de recolección y transporte es y uno de los puntos más importantes en el diseño del sistema, se debe hacer mención que la problemática no solo radica en seleccionar indiscriminadamente el chasis y carrocería adecuados al método de recolección por instrumentar, ya que el problema tiene un transfondo tecnológico y social que muchas veces no es considerado en su justa dimensión; dicho transfondo se debe al hecho de que la mayoría de los vehículos convencionales diseñados para la recolección y transporte de la basura, han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales prevalecientes en países desarrollados.

Lo anterior no solo se justifica desde el punto de vista estrictamente de costos, sino que ya intervienen consideraciones macroeconómicas como son la salida de divisas por concepto de información de maquinaria, el desarrollo de la industria nacional y el proporcionar trabajo a los desempleados, aliviando así presiones sociales internas. El problema consiste en decidir cual es la tecnología apropiada para una cierta región o ciudad.

Así mismo es claro el hecho de que se requieren técnicas claras y precisas que nos ayuden a realizar una adecuada selección vehicular, así como una detallada revisión de sus elementos mecánicos más importante. Considerando siempre las características propia de cada lugar (topografía, clima, cantidad y tipo de los desechos etc.).

Actualmente con los avances tecnológicos existe una gran variedad de equipos para recolectar los Residuos Sólidos como a continuación se muestran:



FOTO 3.7.- BARREDORA (FUENTE: MAVDAC)

Equipo de limpieza económico y de alto perfil que limpia en forma eficiente y segura las veredas de las ciudades, los parques y las calles. Llega incluso a lugares reducidos.



FOTO 3.8.- BARREDORA (FUENTE: MAVDAC)

Este equipo de limpieza económica y de alto perfil barre y aspira con seguridad y eficiencia una variedad de superficies, desde veredas y pasajes en las ciudades hasta callejones, sendas para bicicletas, calles y demás.



FOTO 3.9 .-Barredora de calles y veredas multitarea de alta maniobrabilidad (FUENTE: MAVDAC)



**FOTO 3.10.-Aspiradora para exterior con tracción en todas las ruedas
(FUENTE: MAVDAC)**



**FOTO 3.11.- Succión móvil
(FUENTE: MAVDAC)**

Se adapta a un camión recolector y elimina los residuos acumulados por el viento en los alrededores de los vertederos de residuos, playas de estacionamiento y parques, con una manguera de 1,20 metros.



**FOTO 3.12.- Aspiradora portátil para uso exterior
(FUENTE: MAVDAC)**

Prácticamente, transforma la recolección de residuos manual en un sistema de recolección por aspiración altamente eficiente, con aumentos en las tasas de productividad por encima del 1200%.



**FOTO 3.13.- Equipo de Succión de Alta Tecnología
(FUENTE: MAVDAC)**

Equipo convencional para recolectar sólidos:



FOTO 3.14.- Equipos Convencionales de Recolección (FUENTE: seaman-gunnison)

Los Equipos de recolección pueden ser clasificados de acuerdo al siguiente criterio:

- Equipos recolectores de alta tecnificación
- Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos
- Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos

Equipos recolectores de alta tecnificación: Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos: Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección (y posterior descarga) de basura con cierta comodidad; como son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación pero con placa empujadora de basura.

Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos: Será cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio en cuestión, que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación. A continuación se ofrece una muy breve descripción de algunos de los equipos de recolección de basura más comúnmente usados en el medio urbano mexicano, con relación a lo anteriormente descrito.

3.2.1 Sistemas de Recolección por Contenedores Altamente Especializados

Estos sistemas están diseñados para atender la demanda del servicio, exclusivamente a través de la utilización de contenedores.

Son equipos altamente tecnificados donde la variante radica casi exclusivamente en cuanto al mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores con capacidad normalmente alta (desde 6 hasta 22m³).

Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales; sino más bien para cuando no se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Su utilización también es recomendable en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc.

La diferencia básica con respecto a los vehículos compactadores de carga trasera, frontal o lateral con mecanismos para contenedores, radica en el tamaño de los contenedores por atender, ya que normalmente un sistema como los aquí indicados, maneja contenedores 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismo de contenedores adaptado; amén de que estos últimos, después de atender al contenedor lo dejan nuevamente en su sitio, mientras que los sistemas altamente especializados sustituyen un contenedor lleno por uno vacío.

Vehículos Compactadores con Mecanismos de Carga Trasera, Frontal y Lateral.

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m³ de capacidad volumétrica, con mecanismo de carga y de descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis metros cúbicos, según la potencia de dicho mecanismo.

Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o de llevar y traer.

Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc.

Vehículos Compactadores de Carga Lateral

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16m³, pudiendo en algunos casos ser más elevada.

Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, además de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.



FOTO 3.15.- Vehículo compactador con carga lateral: (CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

Vehículos Compactadores de Carga Trasera

En este tipo de vehículos, la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería.

Normalmente son de entre 10 y 20 m³ de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores.

Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar y, que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.



**FOTO 3.16.- Vehículo compactador de carga lateral y trasera
(FUENTE: CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL
DE LA UMNSH)**



**FOTO 3.17.- Vehículo compactador de carga lateral y trasera.
(FUENTE: CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL
DE LA UMNSH)**

Vehículos sin Mecanismo de Compactación, de Carga Lateral o Trasera.

La utilización de este tipo de vehículos cada día se hace más frecuente, debido a los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado.

Su capacidad normalmente varía de 8 a 16 m³. La carga de basura se hace en la mayoría de los casos en forma lateral, aunque para ciertas cajas es mejor hacerlo por la parte trasera.

Vehículos Tipo Volteo

Estos vehículos con mecanismos de descarga tipo volteo, pueden llegar a contar con puertas laterales para facilitar la carga dentro de la carrocería del vehículo así como son extensiones para alimentar su capacidad volumétrica y aprovechar la gran capacidad de soporte de carga del chasis.

Las principales ventajas son: su bajo costo comparado con un camión más tecnificado y, que la descarga por volteo es mucho más rápida que cuando se tienen cajas fijas.

Las desventajas obvias son las siguientes: la altura de carga es muy elevada, el acomodo de la basura dentro de la caja es manual, se requiere de un empleado adicional en la cuadrilla de trabajo. Asimismo al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se corre el riesgo de elevar el centro de gravedad por encima de las especificaciones de diseño de los vehículos.

Otros Vehículos y Sistemas.

Estos tipos de equipos de recolección, incluyen los no convencionales, como serían los vehículos de arrastre manual o de animales, las acémilas, la recolección por medio de animales o vehículos motorizados pequeños.

Este tipo de vehículos se utiliza en sitios muy específicos, en donde las condiciones del terreno, la topografía y la amplitud de las calles no permiten la entrada de los vehículos convencionales. De igual manera en localidades pequeñas, en donde la cantidad de basura recolectada no justifica la utilización de equipos grandes, o en el caso de que los presupuestos asignados al servicio de limpia no sean suficientes, se utilizan para la recolección este tipo de equipos.



FOTO3.18.- Equipo de arrastre manual para recolectar residuos sólidos.

Aunque se podría pensar que el equipo tecnológico es muy costoso y por consecuencia muy difícil de implementar a continuación se da un ejemplo del equipo que se tiene ya en Chile.



FOTO 3.19.- Barredora.



FOTO 3.20.- Limpieza en centros comerciales

TABLA 3.1.- Principales ventajas de los vehículos de recolección (Fuente INE)

VEHÍCULO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tiraderos por animales de carga	<ul style="list-style-type: none"> • Permiten el acceso a zonas con difícil topografía • Velocidad de recolección adecuada • Facilidad de control del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de alimentación de los animal es de carga • Radio de acción limitado (< 2 km en promedio)
Impulsados únicamente por el esfuerzo humano	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de recolección adecuada • Acceso a calles angostas 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil para controlar el • Accidentes ocupacionales por sobre esfuerzo • Radio de acción limitado (< 2 km en promedio)
Vehículo tipo volteo	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo en relación vehículos tecnificados • Descarga más rápida que cuando se tiene cajas fijas 	<ul style="list-style-type: none"> • Altura de la carga muy elevada • El acomodo de los RSM es la caja es manual • Se requiere de más personal en cuadrilla • Incrementar el volumen de la caja hacia arriba puede elevar el centro de gravedad por encima de las especificaciones.
Vehículo sin mecanismos de compactación carga lateral o trasera	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de inversión en relación con los vehículos especializados • reducidos requerimientos económicos de mano de obra para su mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del tonelaje de basura que puede transportar (el peso volumétrico alcanzado dentro de la carrocería, difícilmente rebasa 350 kg/m²). • -No es recomendable adaptar los para carga y descarga de contenedores.
Vehículos compactadores de carga trasera	<ul style="list-style-type: none"> • La altura de carga es baja • Los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga entra en funcionamiento • Puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de inversión elevado en relación con vehículos sin compactadores • Costo de mantenimiento más elevado.
Vehículos compactadores de carga lateral	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo sencillo de compactación • Se puede adaptar un mecanismo para carga y descarga de contenedores 	<ul style="list-style-type: none"> • La altura de carga obliga a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura • Costo de la inversión elevado en relación con vehículos sin compactadores • Costo de mecanismo más elevado
Vehículo para la recolección de contenedores altamente especializados	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de recolección elevada • Maneja contenedores de dos a cinco veces más grandes que otros vehículos • Puede atender zonas de difícil acceso y/o zonas de gran generación de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede atender exclusivamente la utilización de contenedores • Costo de inversión muy alto • Costo de mantenimiento muy elevados

CAPÍTULO

4

RUTAS DE RECOLECCIÓN Y PLANTAS DE TRANSFERENCIA

4.1 RUTAS DE RECOLECCION DE RSM

La recolección de los residuos, uno de los más costosos elementos funcionales, es la parte medular del sistema de manejo de residuos sólidos y tiene como objeto primordial preservar la salud pública mediante la recolección de los residuos en todos los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento y/o disposición final, de la manera más sanitaria posible, eficientemente y con el mínimo costo.

La recolección de residuos es, en términos generales, el transportar los residuos sólidos desde su almacenamiento en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final.

El instituto Nacional de Ecología hace las siguientes recomendaciones para el diseño de Rutas de Recolección:

- Los recorridos deben considerar tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad o localidad en estudio (no deben fragmentarse ni traslaparse).
- El inicio de una ruta debe estar cerca del lugar de encierro de los vehículos recolectores y el final cerca del sitio de disposición final de los residuos sólidos.
- En lugares con pendientes pronunciadas o desniveles altos, debe procurarse hacer el recorrido de la parte alta a la baja.
- Recolectar simultáneamente ambos lados de la calle (no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito).

- Respetar el sentido de circulación y prohibición de ciertos virajes.
- Señalar en el piso de las zonas para la recolección, notificando de ello a la población.
- Evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U, por que hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
- Las calles con mucho tránsito deben recorrerse durante las horas de menor flujo vehicular.
- Cuando hay vehículos estacionados en las calles o avenidas, debe procurarse efectuar la recolección en los momentos que la calle está más despejada coordinándose con las autoridades encargadas del tránsito y vía pública.
- En las calles muy cortas o sin salida, es preferible que los transportes recolectores no entren en ellas, sino que se ubiquen en la esquina y que el personal vaya a buscar los recipientes, o en su caso la población deposite sus desechos en la esquina más cercana a la ruta.
- Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorridos con muchas vueltas a la derecha alrededor de las manzanas.
- Es preciso reconocer muy bien las características propias de la localidad para que los camiones recolectores no causen muchos problemas y efectúen el servicio en forma eficiente.

Existe una clasificación para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales:

- Diseño de Macro rutas de recolección
- Diseño de micro rutas de recolección

4.1.1 MACRORUTAS DE RECOLECCION.

Se puede decir que el macroruteo es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección.

El macroruteo se puede hacer partiendo de una población de una zona de la ciudad, de la producción de basura en kg/habitante/día y de la frecuencia del servicio, expresado en días por semana.

Se divide la ciudad en varias áreas específicas para que la recolección sea más fácil para los departamentos de recolección de residuos.

REQUERIMIENTOS PARA DISEÑAR MACRORUTAS.

El primer problema en la recolección de desechos sólidos, y en particular de las macrorutas consiste en determinar el número de vehículos que deben utilizarse dada la generación de la basura, el método que se seguirá para la recolección y las posibilidades económicas del municipio.

La solución se puede encontrar modelando mediante diversos métodos matemáticos que puedan establecer relaciones entre capacidades de recolección y la generación de las zonas a recolectar.

Los elementos básicos que se requieren son:

- Un estudio de generación de residuos sólidos, que determine la generación per cápita domiciliaria, así como la generación que se da en otras fuentes municipales.
- Un mapa actualizado y detallado de la ciudad o zona a recolectar
- La localización de las fuentes no domiciliarias de desechos que serán atendidas por el servicio
- Datos de la densidad poblacional.

Básicamente el macroruteo consiste en dos etapas: proyecto de gabinete y ajuste de campo; en el primero se hace el cálculo teórico de las necesidades u áreas asignadas a cada vehículo, y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancearlos y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas.

En forma general, se puede decir que el diseño de las macrorutas se puede llevar a cabo de la siguiente forma:

- Sectorización
- Zonificación del Sector

Sectorización: consiste en dividir la ciudad (si es lo suficientemente grande), en sectores operativos, de manera que cada uno tenga los vehículos de recolección requeridos, oficinas y cocheras, buscando que sea una sección administrativa autónoma con servicios de mantenimiento preventivo de limpieza.

Criterios para definir los sectores, además de unidades de recolección considera cerros, cañadas, ríos, calles, avenidas, vías férreas, etc.

Zonificación del sector: cada sector se debe dividir en zonas que serán cubiertas por un vehículo recolector durante la semana. Para realizar esto se debe contar con la siguiente documentación, para cada colonia o barrido dentro del sector.

- Planos que contengan: urbanización, áreas pavimentadas, topografías y tipos de disposición y/o tratamientos.
- Zonas de habitación unifamiliar: nivel socioeconómico, número de casas, tránsito, vialidad y número de habitante por vivienda.
- Localización de puntos de generación de residuos sólidos: mercados, supermercados, centros comerciales, cines hospitales, restaurantes, etc.
- Generación unitaria de residuos sólidos de los elementos anteriores
- Método de recolección a utilizar y
- Frecuencia de recolección.

4.1.2 MICRORUTEO

Microruta es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área.

En general la distribución de rutas involucra una serie de dificultades dado que no es un hecho trivial, el designar la ruta óptima a seguir entre dos puntos determinados, considerando las restricciones que esto conlleva, si se toma en cuenta el método de recolección, las vialidades existentes, los horarios, etc.

En la actualidad existen diversos métodos y consejos para tratar de encontrar la mejor ruta posible, que cumpla con los objetivos y las restricciones de cada caso.

El diseñador de rutas deberá tomar en consideración lo indicado en diversos métodos y algoritmos utilizados, para facilitar su trabajo y contar con prediseños factibles que necesariamente se probarán en campo.

Se puede decir que los métodos determinísticos son los más recomendables para el diseño de microrutas, ya que en ellos se pueden involucrar todos los parámetros que inciden en el diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos.

Los dos métodos determinísticos más usados para el diseño de las microrutas son:

- *Algoritmo del problema del Agente Viajero*, utilizado para diseñar rutas utilizando el método de parada fija y el de contenedores.
- *Algoritmo del problema del Cartero Chino*, utilizado en el método de recolección por acera y el intradomiciliario.

El primero de ellos se aplica en los casos en que la demanda es discreta; el segundo es ideal para casos en que la demanda es continua o semicontinua. De acuerdo con lo último, el algoritmo del problema del Agente Viajero se debe utilizar cuando el método de recolección de residuos sólidos es exclusivamente de esquina o de parada fija; mientras que con el algoritmo del cartero chino, se diseñaran las rutas de recolección de residuos sólidos, cuando la ciudad cuente con un método de recolección tipo acera o intradomiciliaria o bien alguna de sus variantes.

4.1.3 METODOS HEURÍSTICOS.

Algunos lineamientos heurísticos que deberían ser tomados en consideración cuando se planean las rutas de recolección, son las siguientes:

- Existencia de políticas y regulaciones relativas a detalles como el punto de recolección y la frecuencia de recolección.
- Características de los vehículos como son el tamaño del equipo y el tipo de camión que deben ser coordinados.
- Cuando sea posible, las rutas deben ser planeadas para comenzar y terminar cerca de calles arteriales, usando barreras topográficas y físicas como fronteras de las rutas.
- En áreas de colina, las rutas deben comenzar en la parte alta y continuar colina abajo, de tal manera que, cuando el camión esté totalmente cargado no tenga necesidad de ir cuesta arriba.
- Las rutas deben ser planeadas para que el último contenedor a ser recolectado en la ruta esté localizado lo más cerca del sitio de disposición final.
- Los desechos generados en las localidades de tráfico congestionado, deberían ser recolectados lo más temprano del día que sea posible, o en un horario en el que el tráfico afecte lo menos posible el recorrido del vehículo.
- Las fuentes en las cuales cantidades extremadamente grandes de desechos sean generados, deben ser servidas durante la primera parte del día.
- En puntos dispersos, en donde pequeñas cantidades de desechos sólidos son generados y que reciben la misma frecuencia de recolección, deberán, si es posible, ser servidos durante un viaje o en el mismo día.

Un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos será eficiente cuando cumpla con los siguientes objetivos:

- Atender a toda la población en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- Aprovechar toda la capacidad de los vehículos recolectores (no debe haber viajes con carga incompleta).
- Aprovechar toda la jornada legal de trabajo del personal.
- Minimizar los recorridos improductivos en las rutas, es decir, que haya pocos traslados sin estar recogiendo basura y que no pase el vehículo varias veces por la misma calle.
- Minimizar los costos en tanto no se afecte el aspecto sanitario, lo que es una consecuencia de los puntos anteriores.
- Disponer de equipos de reserva para efectuar mantenimiento preventivo y poder cumplir con los programas previstos.

Un punto muy importante a considerar en el diseño de Rutas de recolección es la frecuencia que a continuación se describe:

4.1.3 FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN

La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de basura y, una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. Uno de los factores que más influye sobre el sistema, es la **frecuencia de recolección**, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo y que el tiempo transcurrido desde la generación de basura hasta la recolección para su disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca que varía, según el clima, de 7 a 10 días; tal y como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 4.1.- Tiempos de incubación y crecimientos de la moscas
Cifras en días (Fuente: Manual Técnico para rutas de recolección SEDESOL)

TEMPERATURA (°C)	Huevo a Pupa	Huevo a Adulta
Promedio de 20°C	10.1	20.5
Promedio de 28°C	5.6	10.8
Promedio de 35°C	5.6	8.9

Ahora se muestran algunas alternativas en cuanto a la regularidad con la que se deben de recolectar los RSM:

- **RECOLECCIÓN DIARIA:**

Los camiones recolectores deben recorrer la totalidad de las rutas diariamente, excepto los Domingos; por lo que los Lunes, la basura que se recolecta corresponde al período Sábado Domingo. Para efectos prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de basura, que el resto de los días de la semana.

- **RECOLECCIÓN CADA TERCER DÍA.**

El camión recolector pasa un día si y otro no, a excepción de los Domingos, por lo que equivale a pasar tres veces por semana.

Con este sistema se tienen las siguientes ventajas:

- A) Los camiones recolectores se llenan en un tiempo más corto y en un recorrido menor; es decir, el concepto de "costo por tonelada-kilómetro", sería menor al compararla con la frecuencia diaria.

Para aclarar este concepto, se puede decir que cada camión recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días.

- B) A mediano y largo plazos, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.
- C) El recolectar tres veces por semana implica, además, que la sobrecarga de la recolección debida al Domingo, no recaería únicamente en el siguiente día de recolección (los Lunes), sino que sería repartido en dos días (en este caso los Lunes y los Martes).

Es decir, en lugar de que los Lunes se recolecte el 100% más que el resto de días de la semana, esa diferencial sería de 50% más los Lunes y 50% más los Martes.

Sin embargo, el emplear esta alternativa en cuanto a frecuencia de recolección, acarrea las desventajas que se indican a continuación:

- A) Se crea cierta incomodidad a la comunidad servida, dado que la basura podría generar malos olores, requiriendo mayor limpieza en el interior de la vivienda.

- B) Aunque, como puede observarse en la tabla anterior, teóricamente la frecuencia de recolección propuesta por esta alternativa no implica una mayor proliferación de moscas, es un hecho que en el lugar que los habitantes servidos tengan para almacenar su basura generada, se verá un ligero incremento de tales insectos, debido a que los huevecillos que con anterioridad vienen ya en proceso de incubación.

- **RECOLECCIÓN DOS VECES POR SEMANA**

El camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos y/o tres días.

Los conceptos indicados anteriormente, referentes al "costo por tonelada-kilómetro", en teoría se abaten conforme se disminuye la frecuencia de recolección, ya que los camiones recolectores se llenarían cada vez más rápido y en un recorrido cada vez menor; por lo cual las dos primeras ventajas que se indican para la alternativa anterior, se hacen mayores conforme se disminuye la frecuencia.

Por otro lado, la sobrecarga que representa la recolección en seis días de la semana, se reparte en un mayor número de días, conforme se disminuya la frecuencia en la recolección.

Sin embargo, así como se incrementan esas ventajas, la disminución de la frecuencia agudiza también las desventajas que se mencionaron, creando una desventaja adicional:

- Se crea la posibilidad de hacer que proliferen los tiraderos clandestinos, al incrementarse las incomodidades de los habitantes servidos.

4.1.4 TECNOLOGÍA EXISTENTE PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RSM

Actualmente hay muy poca tecnología para el diseño de rutas de recolección, sin embargo a continuación se presenta un método que en algunos países se está utilizando eficientemente reduciendo con este el trabajo laborioso de modelos y cálculos matemáticos para llegar a una eficiente ruta de recolección.

En el diseño de un sistema de recolección de RSM, se han de considerar un gran número de aspectos que manejan variables y parámetros espaciales: ubicación de puntos de recolección, trazado de rutas, etc. **Los Sistema de Información Geográfica (SIG)** constituyen en la actualidad una de las herramientas más adecuada para analizar y gestionar estos sistemas.

La aplicación de la tecnología SIG al campo de la gestión de residuos se ha empezado a utilizar en los últimos años en la ubicación de instalaciones, ya que para ello se requiere recopilar, analizar y presentar espacialmente una gran cantidad de datos medioambientales y sociales necesarios para localizar áreas idóneas para estas instalaciones.

Con respecto a la recolección de RSM, son muy pocas las aplicaciones que se han realizado, sin embargo las ventajas que comporta son muchas. La utilización del SIG en la recolección selectiva de RSM agiliza enormemente todos los cálculos necesarios en el establecimiento de un sistema de recolección. Se pueden generar mapas de residuos que caractericen en todo momento los residuos generados en una zona determinada. Si se dispone de la red viaria se puede generar de forma rápida y sencilla una gran variedad de escenarios de recolección, calculando para cada uno de ellos los parámetros de diseño más importantes, **como número de contenedores a instalar, número y tipo de camiones, número de operarios, etc.** Si el SIG dispone de módulo de optimización de rutas, se pueden calcular los recorridos de recolección más cortos teniendo en cuenta las características de la zona, como el sentido de las calles, calles peatonales, etc.

A continuación se describe brevemente la metodología a seguir para la utilización de este sistema.

METODOLOGÍA

La metodología para diseñar un sistema de recolección de RSM se ha estructurado en cuatro etapas:

1. **Preparación de la red.** Consiste en la depuración de la cartografía digital para conservar únicamente la información necesaria, trazado de la red y creación de la base de datos circunstanciales asociada a la misma.
2. **Análisis geográfico de la generación de RSM.** A cada una de las líneas de la red se asocia una base de datos referentes a las características de generación y composición de los residuos.
3. **Ubicación y cubicación de los puntos de recolección.** Se localizan los puntos más idóneos de recogida y se calcula el número de contenedores a instalar en cada punto.
4. **Optimización de los itinerarios de recogida.** Con la ayuda de un módulo de optimización de rutas se trazan los itinerarios que debe seguir cada uno de los camiones.

1. PREPARACION DE LA RED.

El objeto de esta etapa es conseguir una red que cumple con las condiciones impuestas por la tecnología SIG empleada.

Partiendo de la cartografía digital en CAD, se filtra la información contenida en el archivo, disminuyendo considerablemente su tamaño, almacenando sólo los trazados de las calles, de las manzanas y de cualquier otro aspecto que pueda ser útil para un futuro desarrollo de esta aplicación para la recolección de RSM.

Se divide la zona de estudio en sectores que faciliten una posterior edición de las calles, normalmente cada sector tiene entre 15 y 20 calles y en la base de datos asociada se introduce el nombre de la calle y el sentido de circulación. Posteriormente se unen de todos los sectores en un solo tema que represente a toda la zona.

Finalmente se crea una base de datos circunstanciales asociada a la red, la cual asigna a cada uno de los segmentos la longitud, la densidad de población, peatonalización y el sentido de circulación.

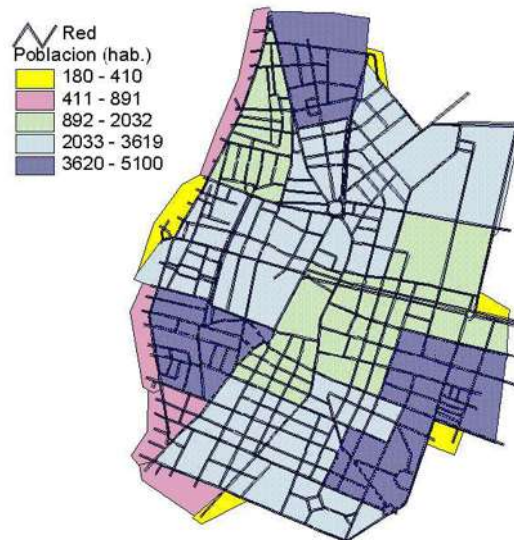


Figura 4.1.- Zona de aplicación en la ciudad de Castellón (Fuente: CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

2. ANÁLISIS GEOGRÁFICO DE LA GENERACIÓN DE RSM

Ésta es una de las etapas más importantes de la aplicación, que permite analizar geográficamente la generación de residuos sólidos en la zona de trabajo. Existen muchos factores que influyen en la generación de residuos (Abu Qdais et al., 1997; Kaseva et al., 1996; Maystre, 1995), la mayoría de ellos se pueden tener en cuenta a partir de coeficientes aplicables a medias anuales de la zona geográfica en estudio, bien obtenidos directamente a través de un trabajo de campo o bien por medio de la bibliografía.

3. UBICACIÓN DE LOS CONTENEDORES.

Una vez obtenida la red y caracterizada, el siguiente paso de la metodología consiste en:

- Localización de los emplazamientos idóneos de los puntos de recogida.
- Depuración de los puntos de recogida.
- Cubicación de los puntos de recogida.

La primera parte consiste en localizar los emplazamientos que cumplen con el objetivo de que ningún habitante de la zona debe recorrer más de 25-30 metros para depositar sus residuos.

La localización de los puntos se realiza de forma automática con la ayuda del SIG. Sin embargo, puede ocurrir que queden zonas desabastecidas o en exceso de puntos, por lo que en segundo lugar se procede a la depurar la zona.

La tecnología SIG permite visualizar las distintas "zonas de acción" de cada punto de recolección. De esta forma, se pueden apreciar fácilmente aquellas zonas con algún tipo de defecto. Con ello el usuario puede eliminar punto en calles sobreabastecidas y colocar nuevos puntos en los tramos desabastecidos. Aunque se podría automatizar la tarea, es más conveniente que se haga de forma manual, ya que el usuario es quien conoce las localizaciones y puede adaptarlas a aspectos de la geografía urbana no contemplados en la red como la existencia de parques, edificios histórico/religiosos, edificios públicos, etc., que afectan a la ubicación de los contenedores.

El tercer paso consiste en la cubicación de los puntos de recolección, es decir, en determinar el número y capacidad de los contenedores a situar en cada punto, que deben almacenar las distintas fracciones en las que se separen los RSM.

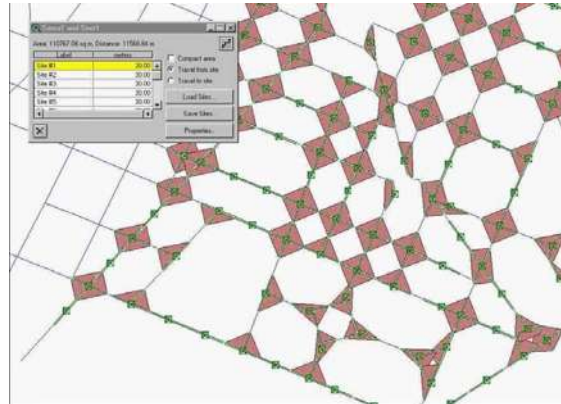


Figura 4.2.- Zonas de acción de cada punto de recolección (Fuente: : CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

4. OPTIMIZACIÓN DE LOS ITINERARIOS DE RECOLECCIÓN.

El objetivo de esta última etapa consiste en la división de la zona de estudio en sectores de recolección y del cálculo de los itinerarios óptimos de recolección.

El sector de recolección se define como aquella zona geográfica que puede ser servida por un equipo de recolección. Para la determinación de los sectores se ha desarrollado una herramienta que permite conocer al usuario los siguientes valores simplemente con señalar una zona del mapa:

- Cantidad de materia orgánica/resto generada en la zona.
- Volumen de materia orgánica/resto generada en la zona.
- Cantidad de puntos de toma.
- Tiempo estimado de recolección.

El tiempo estimado de recolección es una primera aproximación del tiempo que será necesario para vaciar los contenedores, desplazarse el camión en el sector y acceder a dicho sector.

En función del tiempo de recolección o del volumen generado en el área se delimita el sector.

Una vez conocido el número total de sectores se utiliza la herramienta de optimización del SIG con el fin de obtener un itinerario de recolección óptimo desde el punto de vista de la distancia recorrida por el camión. El punto de inicio del itinerario se elige en función de la localización del sector, pudiéndose ensayar todas las alternativas que se desee.

Finalmente, se obtiene la hoja de ruta en la que se especifican ordenadamente las calles por las que circulará el camión.

Con toda esta información el usuario da respuesta a las siguientes preguntas:

- Cuántos operarios son necesarios.
- Cuántos camiones y de qué capacidad se necesitan.
- Cómo organizar los diferentes grupos de recogida durante toda la jornada laboral.

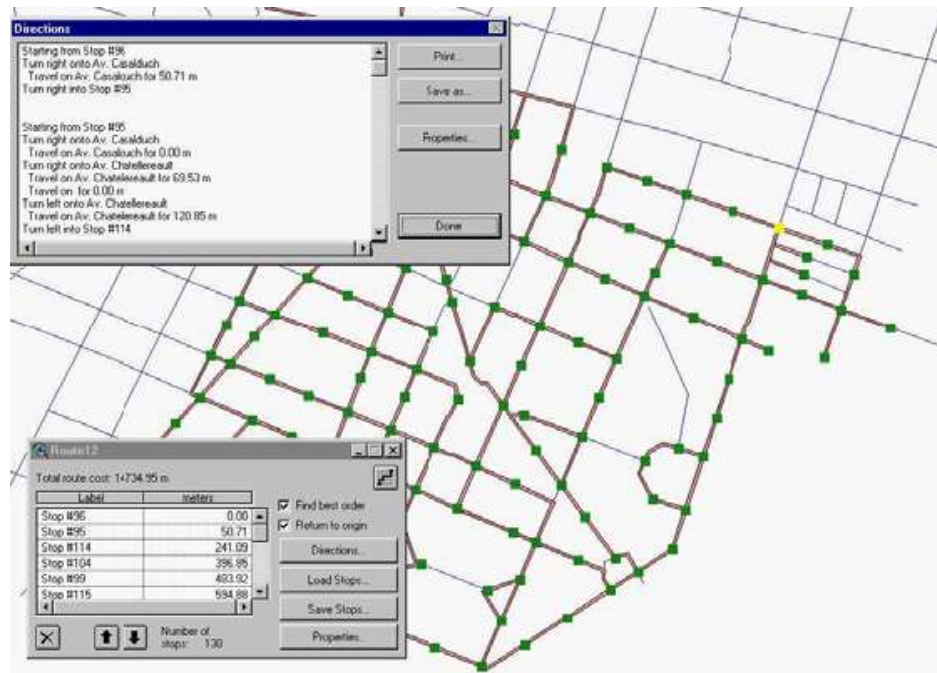


Figura 4.3.- Ruta óptima con la hoja de ruta (Fuente: CURSO TALLER SOBRE MEDIO AMBIENTE EN LA FACULTAD DE ING. CIVIL DE LA UMNSH)

4.2 PLANTAS DE TRANSFERENCIA

Se aplica el término estación de transferencia a las instalaciones en donde se hace el traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga. Este segundo vehículo, o transporte suplementario, es el que traslada los RSM hasta su destino final.

El objetivo básico de las estaciones de transferencia es *incrementar la eficiencia global del servicio de recolección a través de la economía en el sistema de transporte y en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra empleada en la recolección.*

Otro beneficio que genera la estación de transferencia, es el permitir atender algún aumento que se demande en las rutas de recolección urbanas. Es importante enfatizar, que el criterio básico para el empleo de estaciones de transferencia es que la economía que se logre por la disminución de distancias y tiempos de recorrido de la flota de recolección deba ser mayor que los costos de inversión y operación del sistema de transferencia. Las características propias de los sitios destinados para una estación de transferencia son:

- Distancia de amortiguamiento a zonas de colindancia
- Dirección e incidencia de los vientos
- Pendientes de acceso a las instalaciones
- Accesos viales al sitio destinado para un relleno sanitario
- Superficie disponible

Existen dos tipos de estaciones de transferencia en cuanto a la operación de descarga:

- **Directa:** emplea la gravedad para el traslado de la basura de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia.
- **Indirecta:** utiliza locales de almacenamiento, además equipos mecanizados para mover los RSM y para alimentar los vehículos de transferencia.

Dependiendo básicamente de las características de los RSM y el tipo de vehículo de transferencia utilizado, los residuos pueden o no ser procesados en las estaciones de transferencia si son procesados se clasifican de la siguiente manera:

- Compactación
- Trituración
- Enfardamiento (compactar los RSM en bloques colocándoles cintas para mantenerlos unitarios) y
- Selección de materiales

Compactación: se realiza por medio de compactadores o por equipos montados en el vehículo de transferencia.

En el primer caso, los RS son colocados en el vehículo por la parte posterior de su caja. Esta caja esta acoplada a la prensa compactadora por medio de garras mecánicas.

Cuando la compactación es efectuada por equipos instalados en el propio vehículo de transferencia, los RS se colocan por una abertura en la parte superior de la caja y la compactación se realiza por medio de la placa de eyección de los residuos que, en esta operación compacta los residuos contra la puerta trasera que permanece cerrada.

Imagen 4.1.- Compactadora de Residuos Sólidos (Fuente: Jovisa)



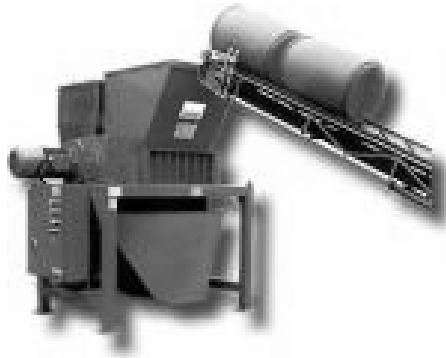
Imagen 4.2.- Prensa Compactadora (Fuente: ResidControl)



Trituración: también se efectúa con el objetivo de reducir el volumen de los residuos sólidos y así facilitar el transporte.

La operación de trituración se hace por medio de molinos especiales para residuos. Existen molinos de diferentes modelos y capacidad de acuerdo al fabricante.

Imagen 4.3 Triturador de Residuos Sólidos (Fuente: Residcontrol)



Enfardamiento: consiste en compactar los residuos sólidos en bloque colocándoles cintas para mantenerlos coherentes, y tienen como principal ventaja la utilización de vehículos con carrocería de tipo plataforma.

Los bloques de residuos sólidos enfardados son más fáciles de disponer en rellenos sanitarios, ocupando pequeños volúmenes y necesitando reducido equipo.

Imagen 4.4.- Enfardador de RS (Fuente: red de autoridades)

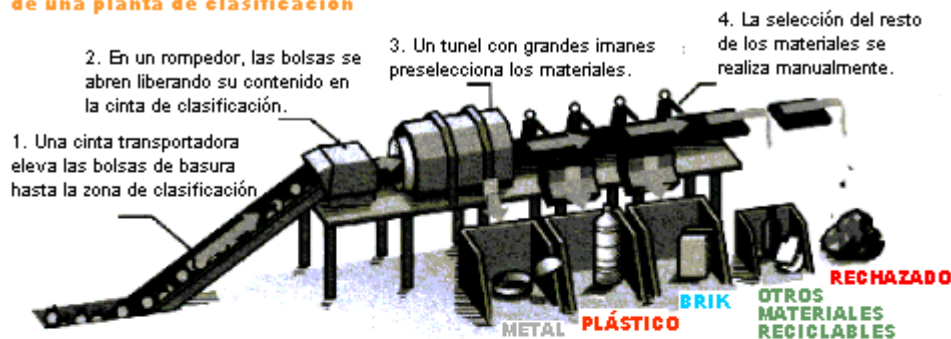


Selección de materiales: consiste en la remoción de desechos sólidos que pueden ser aprovechados, transportándose a los rellenos la fracción no aprovechable, o sea los rechazos del proceso.

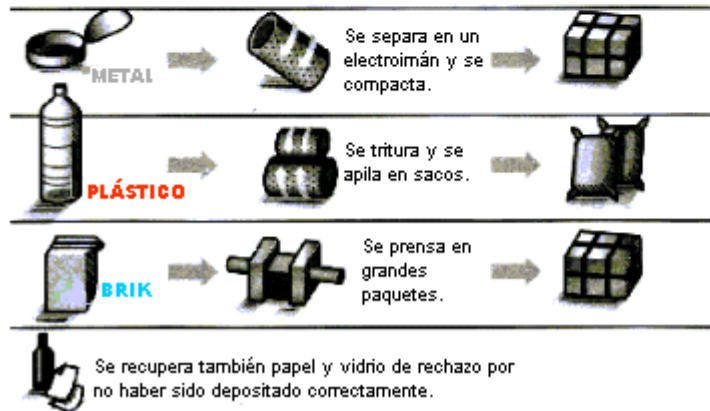
Con la selección de materiales se logra la disminución de la cantidad de residuos a ser transportados y, además se obtienen ingresos a partir de la venta de materiales seleccionados, esto es vidrio, metal, papeles, plásticos, etc.

Imagen 4.5.- Planta de Clasificación de materiales. (Fuente: sabuco)

Esquema básico de funcionamiento de una planta de clasificación



Cada uno de los materiales resultantes de la clasificación de residuos tendrá un tratamiento diferente.



4.2.1 ESTACIONES DE CARGA DIRECTA

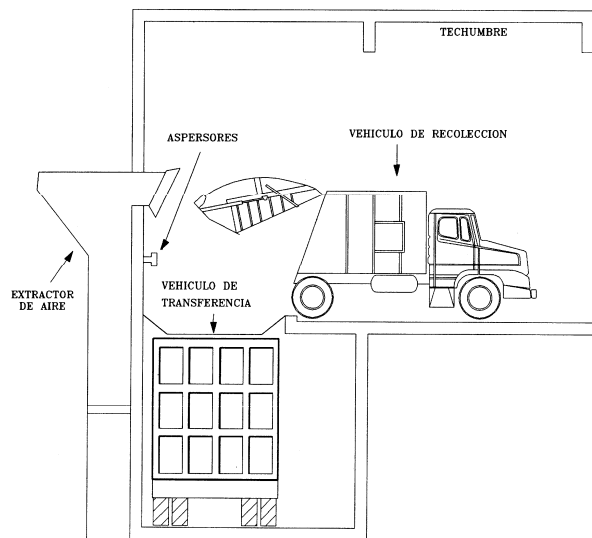
El sistema de transferencia de descarga directa consiste en el transbordo de los residuos sólidos de los vehículos recolectores mediante vaciado por gravedad a un trailer descubierto, con una capacidad que varía de 20 a 25 toneladas. Este tipo de estaciones recibe a los vehículos recolectores, los cuales son registrados y pesados, posteriormente se dirigen a las rampas de acceso del patio de maniobras donde se ubican las líneas de servicio, las cuales cuentan con un número determinado de servidores (tolvas), que descargan los residuos al

vehículo de transferencia. Paralelamente los vehículos de transferencia se colocan en el patio de carga, una vez llenos, se realiza el despunte para posteriormente colocar la lona que cubre los residuos y no se dispersen en el traslado al sitio de disposición final.

Estas estaciones tienen la característica de no almacenar los desechos, lo que exige que siempre haya un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos de los recolectores, por lo que si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir los residuos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío.

La falta de equipamiento provoca filas de recolectores en la estación en las horas "pico", así como una mayor demanda de vehículos de transferencia. Sin embargo, las estaciones de descarga directa son construidas preferentemente debido a su simplicidad y bajo costo de inversión

Figura 4.1.- Transbordo de RS en estaciones de carga directa (fuente: INE)



4.2.2 ESTACIONES DE DESCARGA INDIRECTA

En estas estaciones de transferencia la descarga de residuos de los vehículos de recolección se realiza a una fosa de almacenamiento o sobre una plataforma donde posteriormente los residuos son cargados en los vehículos de transferencia con equipos auxiliares.

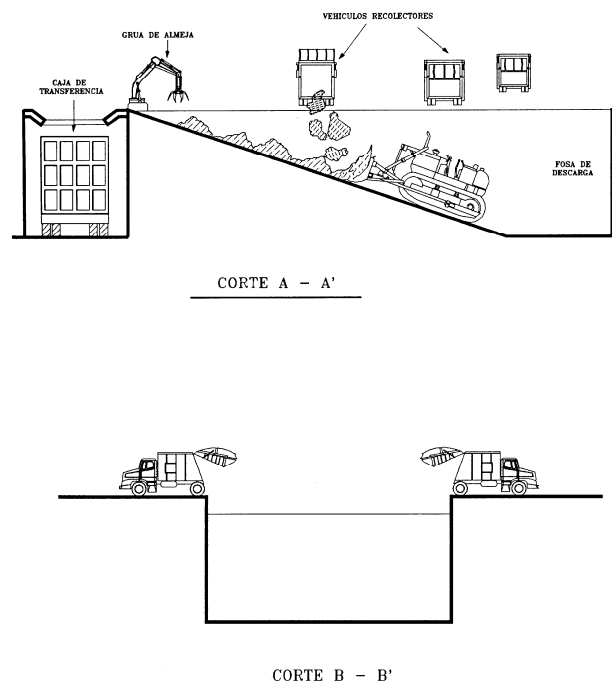
Los camiones recolectores son registrados y pesados en básculas computarizadas, posteriormente, éstos se dirigen a la plataforma para vertir los residuos a la fosa, regresando después a la báscula donde son pesados nuevamente; con esto se obtiene la cantidad de residuos transferidos.

Los residuos son removidos de la fosa con grúas de almeja o cargadores frontales o con tractor de hoja topadora a las cajas de transferencia, las cuales son movidas por un montacargas a la zona de despunte, posteriormente es enganchada al tractocamión que la transportará al sitio de disposición final. En este tipo de instalación los vehículos recolectores nunca tienen que esperar para descargar los residuos transportados.

Regularmente en Estados Unidos y Canadá se utilizan sistemas de carga indirecta y como medida de seguridad se incluye el sistema de carga directa el cual es utilizado en caso de falla del equipamiento que atiende la fosa. Adicionalmente este tipo de instalaciones cuentan con áreas destinadas al acopio de subproductos reciclables.

Los usuarios menores llevan separados los subproductos reciclables para depositarlos en los diferentes contenedores de vidrio, metales, papeles, cartón y plástico, disminuyendo de esta forma el pago por el servicio de transferencia. Posteriormente pasan a la báscula con el resto de los residuos donde son pesados inicialmente antes de ser vertidos en la fosa, una vez realizado esto los vehículos retornan a las básculas para ser pesados y con esto calcular la tarifa que pagará el usuario.

Figura 4.1.- Transbordo de RS en estaciones de carga indirecta (fuente: INE)



Las estaciones de transferencia deben contar con las siguientes áreas mínimas:

- **Zona de acceso:** dotada principalmente de báscula de pesaje donde se controlan perfectamente las entradas de los distintos vehículos recolectores y la salida de los de transporte. Además, contará con edificios de servicio de personal, atención de visitas, aparcamiento, etc.
- **Unidad de transferencia:** que suele diseñarse en dos alturas. Desde la superior se realiza la descarga de los residuos en una tolva de gran capacidad. Normalmente, para aumentar el rendimiento de la instalación, por cada compactador existen dos o tres puestos de descarga.
- **En el piso inferior se sitúa el compactador.** Es hidráulico montado sobre chasis de acero, dotado con placa de empuje que introduce los residuos de la parte baja de la tolva en el contenedor de transporte.
- **La instalación se completa con el sistema de sustitución de contenedores llenos por vacíos.** Por cada compactador existen como mínimo tres posiciones de ubicación de contenedores, aunque según la capacidad de la instalación y los distintos tipos de residuos a tratar, este número puede aumentar. En la primera posición se descarga el contenedor vacío, la central se destina a la carga y, la tercera a depositar el contenedor lleno a la espera de su carga en el vehículo de transporte. Para mover los contenedores entre las posiciones existe el carro de traslación, ubicado en un foso bajo los contenedores. El contenedor en carga es aproximado y separado del compactador por un brazo hidráulico ubicado bajo este. En esta fase cabe citar la necesidad de sistemas de cierre especiales para evitar el derrame de residuos durante el transporte. Siguiendo este sistema de modo automático el proceso no se detiene en ningún momento.

4.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PLANTAS DETRANSFERENCIA

La ventaja más importante de la estación de transferencia resulta de su finalidad en sí, o sea de la disminución que se logra en los costos globales de transporte en las horas improductivas de la mano de obra. Además de esta ventaja se tienen otras:

- Aumento de la vida útil de los camiones recolectores y disminución en los costos.
- Utilización más racional de la flota de recolección por la existencia de balanzas en las estaciones.
- Mayor control de operación de la recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección.
- Posibilidad de solución conjunta para la disposición final de más de una municipalidad.
- Los cambios de sitios de disposición final no interfieren con las rutas, procedimientos y horarios de recolección domiciliaria.
- Se pueden adaptar para incluir sistemas de aprovechamiento de residuos para el reciclaje.

Entre los problemas que ocurren en servicios de limpieza dotados de estaciones de transferencia tenemos:

- Dependencia del sistema de recolección en el sistema de transferencia.
- Reclamos de los vecinos por olores, ruidos y polvaredas provocados por el funcionamiento de la estación.
- Los rellenos sanitarios y sus accesos deben estar preparados para recibir vehículos de grandes dimensiones como son los camiones de transferencia.

CAPÍTULO

5

COMPARATIVA CON LA CIUDAD DE MORELIA

La ciudad de Morelia se localiza en la zona centro-norte del Estado. Su cabecera es la capital del Estado de Michoacán. Se ubica en las coordenadas 19°42' de latitud norte y 101°11.4' de longitud oeste, a una altura de 1,951 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tarímbaro, Chucándiro y Huaniqueo; al este con Charo y Tzitzio; al sur con Villa Madero y Acuitzio; y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga.

En Morelia se generan 500 toneladas diariamente de RSM produciéndose en el siguiente porcentaje:

- 60% Materia orgánica
- 14% Papel y cartón
- 10% Plásticos
- 4% Vidrio
- 2% Metales
- 10% Otros

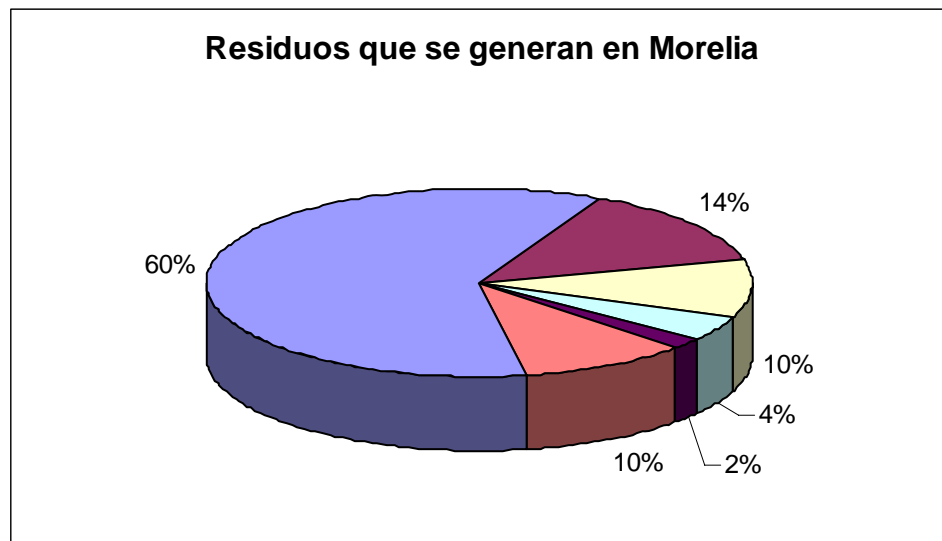
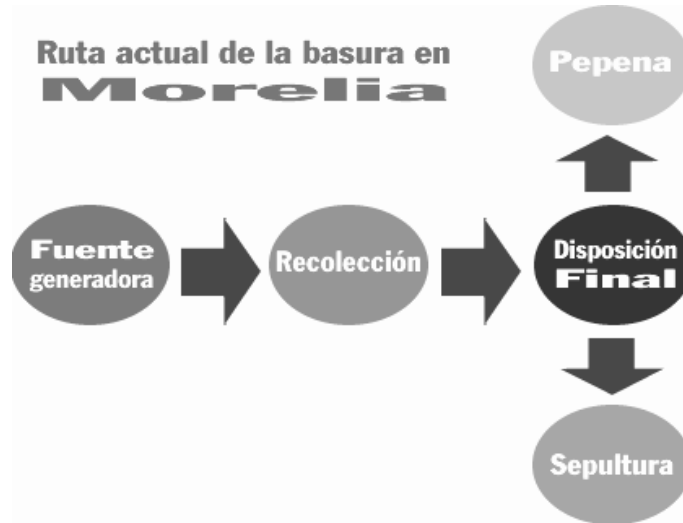


Figura 5.1 Porcentaje de RSM en Morelia

En Morelia la ruta actual de lo RSM se muestra en la siguiente Figura:

**FIGURA 5.2 Ruta Actual de los RSM en Morelia
(FUENTE: H. AYUNTAMIENTO DE MORELIA)**



Este capítulo se enfocará al estado de la recolección de sólidos en la ciudad.

Como ya se mostró en los capítulos anteriores existen avances tecnológicos desde el diseño de las rutas de recolección hasta en los equipos para efectuar la misma.

Sin embargo en la Ciudad de Morelia no se ha aprovechado esa tecnología y en consecuencia no se tiene un eficiente sistema de recolección y equipo para operar.

En Morelia se concesiona a particulares la recolección de los RSM y aunque se encuentra normado este servicio, no es de calidad ya que no operan con calidad y seguridad tanto en el personal como el equipo como a continuación se detalla.

Para la recolección de los sólidos se utiliza en general el método de esquina o parada fija y el de acera.

El método de parada fija o esquina solo lo realiza el servicio de limpia del H. Ayuntamiento con un camión recolector que pasa alrededor de las 6:00 y 7:00 am, pero por la pereza de los habitantes para levantarse temprano no es muy usado este servicio.

Imagen.- 5.1 Camión recolector de Solios del H. Ayuntamiento



Se puede apreciar en la imagen que el equipo para recolectar los sólidos tiene diferentes colores en el contenedor, esto con la finalidad de tomar los sólidos previamente separados. Pero como no se ha concientizado a la sociedad sobre la importancia de la separación, se tienen que recibir los desechos sin separar ya que los habitantes no hacen la separación como lo marca el Reglamento de Limpia del municipio.

Imagen 5.2. .- Separación de Sólidos



En la imagen 5.2 se puede observar que los prestadores de servicio separan el cartón que los habitantes desechan poniéndolo en una parte del contenedor para después venderlo, sin embargo la idea principal del servicio es la de recibir los sólidos separados de los habitantes y colocarlo en la parte que corresponda del contenedor.

En otra parte del contenedor del camión recolector se ponen los residuos sólidos que los habitantes llevan.

Imagen 5.3.- Sólidos en el camión recolector sin separar



En el método de acera los habitantes dejan sus residuos sólidos afuera de sus casas, de tal manera que cuando pase el camión recolector la vea y pueda llevarse los residuos.

Imágenes 5.4 Método de acera para recolección de sólidos





Se describe brevemente el método observando la siguiente imagen.

Imagen 5.5 Recolección de sólidos



Se puede apreciar en la imagen 5.5 que los habitantes dejan las bolsas de residuos sólidos se meten a sus hogares y esperan a que los prestadores de servicio pasen tocando en el hogar para avisar que van a llevarse los desechos sólidos, a cambio de una cooperación que el habitante considere conveniente.

Ahora se muestra el procedimiento mediante el cual se recolectan los RS de un mercado de la ciudad de Morelia (Mercado Independencia).

Los habitantes que se dedican a vender en el mercado juntan los residuos sólidos en un espacio en el que se almacenan los RS.

Imágenes 5.6 Lugar Destinado para dejar los RS del mercado



El lugar destinado para almacenar los RS del mercado cuenta con dos pisos para almacenar una gran cantidad de Residuos y después el servicio de limpia del H. Ayuntamiento recoge los RS.

Imágenes 5.7 Recolección de RS por parte del personal del H. Ayuntamiento



Se han ilustrado los métodos de recolección en algunas colonias por parte del H. Ayuntamiento así como de las concesionarias que prestan este servicio; pero ahora se muestra que el equipo con el que se recolectan los sólidos por parte de éstas es muy obsoleto y hasta puede resultar peligroso.

Imágenes 5.8 Equipo de recolección de las concesiones



Se observa que el equipo con el que se recolectan los RS es muy viejo, y con estas unidades no se puede hacer una recolección en condiciones técnicas y operativas adecuadas.

No necesariamente tiene que ser un equipo descuidado por el hecho de transportar Residuos Sólidos si no más bien debería de ser un equipo en buenas condiciones para transportar con seguridad los RS ya que en lugar de prestar un servicio de calidad puede ocasionar contaminación como a continuación se muestra:

Imágenes 5.9.- Equipos que pueden causar contaminación durante la recolección.



La mayoría de los equipos recolectores tienen costales colgando, pero estos después de estar completamente llenos pueden correr el riesgo de desprenderse de las unidades, ocasionando con ello la dispersión de Residuos.

También estos costales tienen el peligro que durante la ruta que lleve la unidad puedan ocasionar escurrimientos, malos olores y dispersión de sólidos generando problemas a los habitantes y causando mal aspecto a la ciudad.

En la siguiente imagen vemos transitar a un vehículo recolector y el costal que lleva colgando esta a escasos centímetros de tocar con la carpeta asfáltica.

Imagen 5.10.- Peligro de los costales.



No obstante de el riesgo que ocasiona la mala recolección de los residuos sólidos también es un riesgo para las personas que prestan el servicio puesto que es común ver a los prestadores del servicio viajar en los contenedores y no en la cabina del vehículo, desmeritando su salud al estar respirando los vapores y olores que causan los residuos sólidos y si se considera que existen algunos productos que los habitantes entregan en descomposición aumenta aún mas el riesgo de contraer una gran infección.

Imagen 5.11.- Personal Viajando en el contenedor del camión recolector



CAPÍTULO

6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

El tema de los RSM es muy amplio sin embargo muchas personas creen que es del dominio popular, pero se puede dar cuenta que hay mucha materia de investigación en este apartado.

Las rutas y equipos de recolección en la ciudad de Morelia se pueden calificar como deficientes y fuera de control por lo puntos siguientes:

1. El desconocimiento de los habitantes al no conocer la importancia de separar los residuos desde sus hogares.
2. Los habitantes por la pereza no utilizan el servicio que presta el H. Ayuntamiento que es un servicio de mejor calidad.
3. La ciudadanía no denuncia el mal servicio que prestan las concesionarias pues desconocen las consecuencias que existen por el mal manejo de los Residuos Sólidos.
4. Las autoridades saben que los prestadores del servicio operan sin equipo de seguridad como son mascarillas y botas y no aplican las leyes para sancionar y regular el servicio.
5. Es muy común ver a niños en los contenedores del camión recolector agravando más el problema pues están infringiendo otras leyes.
6. No se tiene control en las rutas de recolección puesto que por una misma zona pasan varios camiones a distintas horas aumentando así el número de camiones por pasar en una misma colonia.
7. Las condiciones de los equipos de recolección son insalubres pues están expuestos los RS al aire libre, recorriendo así toda la ruta, contaminando el aire que se respira.
8. La ley es clara al sancionar los malos servicios que se prestan en la recolección pero las autoridades se mantendrán indiferentes hasta que los habitantes no empiecen a denunciar la mala calidad del servicio.

RECOMENDACIONES.

Este trabajo puede servir como punto de referencia para estudiar mas afondo el estado de los Residuos Sólidos por lo que se recomienda:

1. Analizar el estado de los RSM en las ciudades más importantes del Estado.
2. Hacer estos temas del conocimiento publico para que se oriente y se hagan denuncias ciudadanas.
3. Analizar el estado actual de los Rellenos Sanitarios así como del manejo y control que se tiene en ellos.
4. Analizar el estado de los Residuos Sólidos peligrosos en especial en el caso de hospitales pues es un tema que también se desconoce teniendo mucha importancia para la salud de todo el Estado y municipios que no tienen un correcto manejo y control en este rubro.
5. Implementar programas de cuidado en el medio ambiente motivando a la ciudadanía a participar e inspeccionar sus propias colonias.
6. Hacer un llamado a las autoridades para que apliquen la legislación vigente y se empiece a normar el servicio de recolección.
7. Actualizar el Reglamento de limpia y recolección municipal para que impida la pepena de RS en tiraderos, controlar el volumen de RS en los camiones recolectores así como impedir que lleven costales colgando que puedan desprenderse de las unidades.
8. Diseñar correctamente las Rutas de Recolección en base a un horario específico y frecuencia de recolección para cada colonia reduciendo así el número de camiones por pasar en una misma zona, provocando con ello un ahorro en gastos de recolección al estado o municipio.
9. Actualizar los camiones de recolección de las concesionarias para que puedan operar de la manera más técnica y eficiente.
10. Capacitar a los prestadores del Servicio sobre la importancia de que se haga correctamente el servicio tanto para la seguridad de los habitantes como la de ellos mismos para evitar riesgos en la salud.
11. Dotar de uniformes a los prestadores del servicio para su seguridad y mejorar la imagen del municipio a la hora de hacer la recolección.

BIBLIOGRAFIA

www.estrucplam.com.mx/boletines/019

www.seg.es/areas/index.asp

www.ambientum.com/revista

www.motevideo.gob

www.monografias.com/trabajos27/residuos-solidos

www.red-de-autoridades.org/curso-girs

www.fortunecity.es/espertos/profesor.html

www.sma.df.gog.mx

www.geocities.com

www.ine.inegi.gob.mx

www.semat.gob.mx

www.ine.gob.mx

www.mimorelia.com

www.monografias.com

WWW.conacyt.com

Manual para el diseño de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales (SEDESOL)

Manual Técnico Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal (SEDESOL)

Curso Taller sobre medio Ambiente Fitorremediación, Residuos Sólidos y Aguas potables en la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH.