



27  
20/11

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

CAMPUS "ARAGON"

" ASPECTOS BÁSICOS SOBRE LA DISPOSICIÓN  
DE DESECHOS SÓLIDOS "

FALLA DE ORIGEN

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

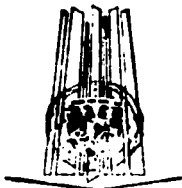
**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**MARIA DE LA LUZ FERNANDEZ ZURITA**

DIRECTOR DE TESIS:

**ING. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ**



SAN JUAN DE ARAGON

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

MA. DE LA LUZ FERNANDEZ ZURITA  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 20 de junio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " ASPECTOS BASICOS SOBRE LA DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE, M.  
"POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, D.F. de 1968  
EL DIRECTOR  
M. en C. CRISTÓBAL C. MARTÍNEZ GONZÁLEZ

c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Ing. Daniel Velázquez Vázquez, Jefe de la Carrera de  
Ingeniería Civil.  
c c p Ing. Gilberto García Santamaría González, Asesor de Tesis.

CCMC'ATR'11a.

# ASPECTOS BÁSICOS SOBRE LA DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

## INDICE

### AGRADECIMIENTOS

### INTRODUCCIÓN. 3

### CAPITULO I.- ASPECTOS GENERALES.

1.1.-	Definiciones.	3
1.2.-	Clasificación.	3
1.3.-	Tipo.	3
1.4.-	Antecedentes del servicio de limpia.	4
1.5.-	Legislación para el manejo de los residuos sólidos municipales.	9
1.6.-	Importancia de la D.G.S.U.	11
1.7.-	Ciclo de los desechos sólidos.	12
1.8.-	Generación.	14

### CAPITULO II.- RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

2.1.-	Generalidades.	21
2.2.-	Descripción del sistema de recolección.	22
2.3.-	Equipos de recolección y transporte primario.	24
2.4.-	Métodos de recolección.	37

### CAPITULO III. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

3.1.-	Generalidades.	40
3.2.-	Definición.	41
3.3.-	Objetivo de las estaciones de transferencia.	43
3.4.-	Tipos de estaciones de transferencia.	45
3.5.-	Principales componentes de las estaciones de transferencia.	49
3.6.-	Funcionamiento de las estaciones de transferencia.	51
3.7.-	Equipo de transferencia.	53
3.8.-	Sistema de transferencia.	58
3.9.-	Evolución de sistema de transferencia.	58
3.10.-	Ventajas de las estaciones de transferencia.	60

#### **CAPITULO IV.- TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

4.1.-	Definición.	62
4.2.-	Finalidad de los métodos de tratamiento.	62
4.3.-	Técnicas de separación.	63
4.4.-	Incineración.	63
4.5.-	Pepeña.	65
4.6.-	Composteo.	65
4.7.-	Pirólisis.	67
4.8.-	Deshidratación y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.	68
4.9.-	Otros métodos.	68

#### **CAPITULO V.- DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

5.1.-	Definición.	71
5.2.-	A cielo abierto.	71
5.3.-	Relleno sanitario.	74

#### **CAPITULO VI.- ALGUNAS GRANDES CIUDADES Y MÉXICO.**

6.1.-	Generalidades.	85
6.2.-	Japón.	85
6.3.-	Suiza.	86
6.4.-	China.	86
6.5.-	Francla.	86
6.6.-	Países de Latinoamérica.	87
6.7.-	México en la actualidad.	88

#### **CONCLUSIONES.** 104

#### **ANEXOS**

Normas Oficiales Mexicanas.	106
Residuos Peligrosos.	109

#### **BIBLIOGRAFÍA.** 128

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES:**

Ustedes me dieron la vida y me han alentado a seguir adelante con muchos sacrificios, pero hoy hemos logrado alcanzar una de las metas propuestas a base de luchar unidos.

**A mi madre Eufrocina Isabel Zurita:** Hoy no te encuentras a mi lado compartiendo este triunfo que tantos sacrificios te costo. No encuentro las palabras para expresarte todo mi cariño y mi agradecimiento.

**A mi padre Rafael Fernández:** Hoy te toca la tarea más difícil que es la de seguir adelante apoyándonos, por esto y por muchas cosas más te doy las gracias.

### **A MIS HERMANOS:**

**Hector Jesús, Rafael, Rocío y Luis.**

Juntos hemos compartido juegos, estudios, alegrías y tristezas, y hoy compartimos una de mis más grandes metas.

### **A MI CUÑADA Y SOBRINAS:**

**Alba, Angeles, Ixel y Gary.**

Por su apoyo y comprensión. Gracias.

### **A DAVID:**

Por su apoyo, por su comprensión, por su paciencia, por su ayuda y por ese cariño que existe entre nosotros. Y por que cuando más necesite ahí estuviste. Gracias.

### **A GABRIELA:**

Por su ayuda a la elaboración de los dibujos y al enseñarme a usar uno de los paquetes de la computadora.

### **A ALBERTO:**

Por enseñarme uno de los paquetes de la computadora.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES:**

Ustedes me dieron la vida y me han alentado a seguir adelante con muchos sacrificios, pero hoy hemos logrado alcanzar una de las metas propuestas a base de luchar unidos.

**A mi madre Eufrocina Isabel Zurita:** Hoy no te encuentras a mi lado compartiendo este triunfo que tantos sacrificios te costo. No encuentro las palabras para expresarte todo mi cariño y mi agradecimiento.

**A mi padre Rafael Fernández:** Hoy te toca la tarea más difícil que es la de seguir adelante apoyándonos, por esto y por muchas cosas más te doy las gracias.

### **A MIS HERMANOS:**

**Hector Jesús, Rafael, Rocio y Luis.**

Juntos hemos compartido juegos, estudios, alegrías y tristezas, y hoy compartimos una de mis más grandes metas.

### **A MI CUÑADA Y SOBRINAS:**

**Alba, Angeles, Itxel y Gary.**

Por su apoyo y comprensión. Gracias.

### **A DAVID:**

Por su apoyo, por su comprensión, por su paciencia, por su ayuda y por ese cariño que existe entre nosotros. Y por que cuando más necesite ahí estuviste. Gracias.

### **A GABRIELA:**

Por su ayuda a la elaboración de los dibujos y al enseñarme a usar uno de los paquetes de la computadora.

### **A ALBERTO:**

Por enseñarme uno de los paquetes de la computadora.

**A OLI Y MARGARITA:**

Por su amistad, paciencia y comprensión.

**A MIS AMIGOS:**

Por su compañerismo y amistad.

**AL ING. GILBERTO GARCÍA SANTAMARIA GONZÁLEZ:**

Por su respaldo en la elaboración de este trabajo. Por su confianza depositada en mí, por su paciencia, por su comprensión y cariño, y por su amistad. Gracias.

**A LOS INGENIEROS DANIEL Y JUAN CARLOS:**

Gracias por su apoyo, su amistad y por impulsarme a seguir adelante.

**A LOS PROFESORES:**

Por brindarme parte de sus conocimientos y de su experiencia adquirida.

**A LA UNAM CAMPUS ARAGÓN**

Por forjarme como profesionista.



## INTRODUCCIÓN

## **INTRODUCCIÓN.**

El hombre a través de su historia, ha depositado incontrolablemente sus residuos sólidos en el ambiente, siendo una práctica común la utilización de terrenos abandonados, ríos y carreteras; otros residuos les han incinerado y algunos residuos de alimentos los han servido como fuente alimenticia para sus animales domésticos.

Antes de entrar en materia de la disposición de desechos sólidos, se harán una serie de reflexiones al tema que nos ocupa: ¿que son?, ¿cómo se clasifican?, ¿donde se generan?, ¿desde cuando existe este problema?, en esta parte se hará mención a los antecedentes del servicio de limpia, ¿cuál es su ciclo?, y es aquí donde se vertirán algunos conceptos que lo conforman.

Desde los principios de la civilización el hombre ha tenido que afrontar los problemas ocasionados por la generación de los residuos sólidos, que generalmente está asociada con la producción de un bien para una satisfacción o una necesidad biológica.

En lo que concierne a la recolección de los desechos sólidos es un aspecto muy problemático. Porque durante años se ha empleado el método clásico, en el que los camiones recolectores transportan la basura desde los sitios de recolección, cubriendo una ruta definida, hasta el sitio de disposición final, siendo por lo general una distancia de recorrido muy grande y por consiguiente repercutiendo en el número de viajes, el costo y la eficiencia del servicio.

Para dar solución a este problema se han implementado las estaciones de transferencia, que también tienen problemática. Estas estaciones tienen como objetivo reducir la distancia que recorren los vehículos recolectores a la disposición final mediante la transferencia de su carga a tractocamiones de mayor capacidad en un punto intermedio de la ruta hacia los sitios de disposición final. Además representan un ahorro considerable que permite cubrir el costo de la construcción y operación de las estaciones de transferencia y la adquisición del equipo, al mismo tiempo que se incrementa la capacidad del servicio.

De las estaciones de transferencia son llevados los residuos sólidos municipales a los sitios de tratamiento o a los sitios de disposición final. El tratamiento es con la finalidad de reducir esos grandes volúmenes de basura, devolver a la vida útil parte de ellos y el resto llevarlo a los sitios de disposición final. Existen varios métodos de tratamiento algunos son con recuperación de subproductos y sin recuperación de subproductos.

La disposición final de los desechos sólidos municipales con que cuenta México son dos tiraderos a cielo abierto y el de relleno sanitario. Los tiraderos a cielo abierto por lo regular son clandestinos y dan un mal aspecto ya que estos pueden ser depositados en las calles, terrenos, etc., en cambio el de relleno sanitario

es como su nombre lo indica sanitario y es aquí en donde se emplea la ingeniería, ya que consiste en vertir una capa de basura, compactarla para reducirla al máximo y cubrirla con tierra.

Algunos países del mundo cuentan con prácticas muy sencillas de separar sus desechos sólidos y otros utilizan la tecnología para disponer de ellos. Así mismo existen otros países que están atrasados tanto en cultura como en tecnología de los desechos sólidos.

La ciudad de México es una de las más grandes y pobladas del mundo, y un gran generador de basura. Tal problemática representa un enorme reto que se debe de afrontar en todos sus aspectos: generación, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final.

México cuenta con algunas normas técnicas ya establecidas para el manejo de los residuos sólidos municipales, las cuales nada más las citaremos y mencionaremos el objetivo y los puntos que contienen. Otras están en estudio.

Con respecto de los residuos peligrosos hablaremos de su situación actual ya que este tema bien podría servir para trabajo de otra tesis.

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES.**

## **1.1. Definición de los residuos sólidos.**

Los residuos sólidos son aquellos que provienen de las actividades que se desarrollan en casas habitación, sitios de servicios privados y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso son considerados como Residuos Sólidos Municipales, por lo tanto tendrá las siglas R. S. M., a estos residuos comúnmente se les denomina "basura" y tiene las siguientes definiciones:

- Son materiales que en el tiempo y en el espacio, no tienen ningún valor para quienes los generan.
- Son materiales con un cierto riesgo de afectación a la salud pública.
- Son materiales que requieren un cierto manejo lo suficientemente seguro, para evitar daños al ambiente.
- Son materiales que al no ser lo suficientemente atendidos, generan problemas de inquietud social y de afectación a la estética.
- Son materiales cuyo manejo requiere de un determinado costo, el cuál se incrementa en función del riesgo que representa dicho manejo.
- Son materiales que tienen un cierto valor intrínseco, así como una cierta vocación para su aprovechamiento.
- Son el resultado de las actividades que ha desarrollado la humanidad desde sus primeras manifestaciones en sociedad.

A través de las definiciones de desechos sólidos descritas nos conllevan a tres características básicas:

- 1.- Es aquello que no tiene un valor de recuperación.
- 2.- Son materiales que ha criterio de sus propietarios no tienen valor de recuperación aún cuando sí poseen un valor intrínseco.
- 3.- Son elementos que representan un riesgo.

## **1.2. Clasificación de desechos sólidos.**

Por su origen los desechos sólidos se pueden clasificar como el producto de las Actividades Urbanas; las cuales se representan en el cuadro 1.

## **1.3. Tipo de desechos sólidos.**

Por su tipo los desechos sólidos pueden ser: orgánicos e inorgánicos.

Los desechos orgánicos son: los alimentos, los desechos humanos, animales y vegetales. Y los desechos inorgánicos se pueden subdividir en recuperables y en inertes, los recuperables son el cartón, el plástico, el vidrio, el papel, etc., y los inertes son la cerámica, baquelita, etc.

#### **1.4. Antecedentes del servicio de limpia.**

Los antecedentes del servicio de limpia datan desde **1473**, esto es en el antiguo México llamado Tenochtitlán, bajo el Gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, en este gobierno no existían tiendas de comercio, todas las compras las hacían en los mercados por lo tanto no comían en las calles, por lo tanto no se generaba basura ni cosa que se le pareciera. Existía cierto grupo de gentes que recorrían las calles recogiendo la basura existente en ellas, no se tenía la costumbre de tirar basura en la vía pública. Tenían gente encargada para el servicio de limpia, contaban con unas mil personas aproximadamente para recoger la basura de las calles, los tiraderos se ubicaban en tierras pantanosas, la basura se quemaba por las noches para iluminar la ciudad, la materia séptica y excretas era utilizada como abono.

Con la llegada de los españoles cambiaron las costumbres de nuestros antepasados, las calles se hicieron intransitables por la gran acumulación de basura que se depositaba en sus orillas originando un caos vial para esa época.

**1526-1600.** En este tiempo se da como medida eliminar a la basura con motivo de dar una mejor imagen a la ciudad y mejorar el tránsito vial, pero muy poco se logra y el servicio de limpia se va a concurso siendo otorgado al proponente que ofreció menor costo; se establecen los lugares en donde se podrán tirar los desperdicios producidos por los habitantes; las autoridades proporcionan el equipo para cumplir con el servicio el cual eran carretones, mulas y 24 indios para el cumplimiento del mismo.

**1769-1836.** El 25 de octubre de 1769, el Marqués de Croix expide un Bando que incluye reglas para el aseo de las calles. Es obligatorio barrer los frentes de las casas y se propuso aplicar medidas similares a las de Madrid para mantener limpia la ciudad, las cuales eran multas, prohibiciones y recomendaciones sobre la utilización de ciertos equipos. Pero no fue hasta el año de 1787 donde el Conde de Revillagigedo obliga mediante reglamentos municipales a que se recojan y barrieran las calles y con esto se adelanta en materia de aseo y de limpia de la ciudad y es el 31 de agosto de 1790 cuando se publica el bando de Revillagigedo, el cuál contenía 14 artículos referentes a medidas de higiene para la población. El 8 de noviembre del mismo año José Antonio de Alzate propuso un cierto tipo de carro para la recolección de la basura, los cuales permitían transportar más basura en menos tiempo. El 3 de agosto de 1792 es rematado el servicio de limpia. A partir de este tiempo se inicia la prestación del servicio de limpia en los barrios, por lo que se divide el servicio en el

de la Ciudad y el de los Barrios. Se prestaron 2 tipos de servicio: el diurno que se encargaba de la basura sólida y el nocturno que se encargaba de la extracción del líquido. Se contaba con 15 carros para el servicio de limpia. Se utilizaba una campana para anunciar la llegada y el paso de los carros de limpia. Existían 14 tiraderos los cuales estaban distribuidos hacia los cuatro puntos cardinales, los cuales son: Al norte, los barrios de Puente del Clérigo y San Martín. Al poniente, los barrios de San Diego y Paseo Nuevo. Al sur, en Campo Florido, Saito del Agua, Niño Perdido y Caballete. Y al oriente; San Lázaro y San Antonio Tomatlán. La basura procedente era utilizada para nivelar las calles y para la construcción de bordos de protección contra las inundaciones. Se emiten sanciones equivalentes a multas y castigo correccional. Se reglamenta la utilización de los carros de mulas y se numeran. Se establece la recolección domiciliaria y se instrumentan rutas de recolección. Se prohibía lavar ropa en caños y fuentes públicas. Entre 1826 y 1836, se expiden disposiciones gubernamentales y reglamentarias, sobre limpia y drenaje. En el primer tercio del siglo XIX un informe de la Secretaría de Fomento dice que el servicio de limpia era ineficiente por las dimensiones de la ciudad y que los carros no podían hacer el recorrido con oportunidad y eficiencia estando el tiradero en uno de los extremos de la ciudad. Ante esta situación, se optó por repartir el equipo (carros y mulas) entre las autoridades de los policías encargados de las diferentes demarcaciones urbanas.

**1848-1883.** En este período se presentaron muchas cosas sobresalientes como: En las puertas de la ciudad se observaban montañas de basura. Era común observar a personas buscando restos en la basura que pudieran serles de utilidad. Se rescindieron los contratos por el mal servicio y por el afán de lucro de los contratistas. Se nombraron 13 comisiones para la atención de la ciudad, de las cuales una es de limpia. En 1854, se contaba con 28 carros de limpia, los cuales se guardaban en la Plazuela de San Lucas. Se delega el servicio de limpia a los alcaldes. Es integrada al servicio de limpia las pipas de agua. La administración de limpia realiza el aseo de calles y muladares. El costo del servicio alcanza la cifra de \$50,000.00 anuales. Se considera la posibilidad de instalar un incinerador para la quema de la basura, la cual no se logra y es desechado el proyecto por la contaminación que se generaría. En 1865, el uniforme que se utilizaba para el personal de limpia era pantalón y camisa de paño azul, sombrero y zapatos negros. Se establecieron ordenamientos sobre los sitios donde se ubicaban los basureros. Se presentan problemas operativos en la prestación del servicio. En 1871, se contaba con 32 carros de mulas para el turno diurno y 30 para el turno nocturno, y el uniforme empleado por el personal cambia en este mismo año siendo ahora de color gris con vivos amarillos y bordados de plata, con sombrero y zapatos negros. El costo del servicio, equivale a medio real por carro de basura. Se cuenta con 12 caballos y se hace una adquisición de 30 mulas. Se conforma una cuadrilla de hombres con costales y escobas para el barrio de la vía pública. En 1873, los basureros se ubican en la parte oriente del barrio de San Antonio Tomatlán. Se inicia la separación de vidrio, hilacha y metales en los propios basureros. Por dictamen de las Comisiones Unidas de Hacienda y Limpia, a los inspectores de policía se les confiere el servicio de limpia en sus demarcaciones, por lo que se les reparten las

mulas y carros de limpia Un carretón de basura es tomado por una familia de pepenadores En 1883 se compraron 33 mulas y 4 carros, y en este año se quema la basura como medida preventiva y así evitar epidemias.

**1895-1899.** En este período hay un aumento del equipo del servicio de limpia, esto es: En 1895 se contaba con 131 mulas, 83 atalajes, 83 carros y 28 pipas. En 1899 se empleaban para el servicio de limpia 83 carros en el turno diurno y 42 carros en el turno nocturno; así como 133 mulas, 30 atalajes nuevos y 83 viejos. Así mismo para el barrido se utilizaban 4 palas, 2 carretillas, 13 escobas, 10 recogedores, 10 regaderas y 40 lazos de tres centavos. El 22 de septiembre de 1899, se publicó un dictamen en donde se estableció que la responsabilidad del barrido y riego de calles correspondía a la Comisión de Limpia.

**1900-1906.** En este período se lograron grandes avances: Se expiden bandos de policía. En 1900, la Comisión de Limpia confiere por un año el servicio de barrido y riego, a la Comisión de Policía. Para el barrido se cuenta con 6 carros de dos ruedas, 1 carro recogedor, 92 recogedores, 86 palas, 63 regaderas, 134 cepillos de raíz, 6 carretillas, 5 carros recogedores, y 14 animales de tiro. Para el servicio de limpia, se utilizan 107 carros en el día y 42 para el servicio nocturno, así como 54 mulas y 107 atalajes. El servicio lo realizan 8 comisarios. El servicio es responsabilidad de los comisarios de las 8 demarcaciones policíacas siendo supervisados por la Comisión de Limpia. Para la prestación de los servicios se realiza una erogación de \$99,618.36 anuales. En 1901 se lanza una convocatoria para la construcción y operación de un horno crematorio. La basura se empieza a depositar en el basurero de Zoquipa, donde al parecer un contratista emplea algunos subproductos para fabricar cola, sulfato y carbón entre otros. Los carros de limpia se empiezan a cubrir con lonas. Se crea la Dirección de Barrido y Riego de las Calles. Las calles que contaban con asfalto, eran lavadas una vez por semana. Se estudian los costos del servicio y el mejor sistema a emplear. En 1906, el número de pepenadores llegaba a 289, se barrían entre 209 y 244 calles mensuales; así como de 98 a 120 calles con equipo mecánico, se realizaban entre 18,500 y 25,000 viajes mensuales, para transportar la basura a los tiraderos.

**1915-1937.** En este período se tomaron varias medidas es decir: En 1915, el Cuartel General dispuso que los comerciantes efectuaran el barrido de las principales calles de la ciudad. Los mercados eran lavados diariamente. En 1920, se colectaban más de 375 toneladas de basura al día, empleándose para ello 720 personas en el día y 130 por la noche. En 1925, se introducen modernos camiones para el Servicio de Limpia. Se contaban con 153 guayines de mulas y con 59 camiones, de los cuales 52 se empleaban durante el día y 7 por la noche. Los camiones se destinaban al servicio en el primer cuadro, mientras que los guayines se utilizaban en la periferia. En ese mismo año, el costo del servicio alcanzaba la cifra de \$279,845.50 anuales. Se propone transportar la basura por ferrocarril, a 15 km. de la ciudad. En 1929, el servicio se realizaba con 1,500 empleados, 190 carretones, así como algunos camiones, tractores y remolques. En 1934, se forma el Sindicato de Limpia y Transportes, pasando posteriormente a ser la Sección No. 1 del Sindicato Único de



Trabajadores del Distrito Federal, con 1,600 afiliados. En 1935, se contaba con 113 carros de tracción animal, 8 pipas, 5 barredoras mecánicas, 73 camiones especiales, 2 tractores remolcadores y 9 remolques. En este mismo año, el costo anual del servicio, alcanza la cifra de \$743,223.94. Se hacen una serie de estudios, para darle al problema de la eliminación de la basura una solución adecuada. La basura se disponía en cuatro tiraderos municipales.

**1941-1950.** El 8 de mayo de 1941, se promulga el primer Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, publicándose el 6 de julio del mismo año y entrando en vigor, 3 días después de su aparición. Se estableció un Servicio Auxiliar de vigilancia de limpia y aseo de la vía pública, a cargo de 100 vigilantes honorarios, todos ellos ex-revolucionarios, para instruir a la ciudadanía en el conocimiento y aplicación del reglamento. Por acuerdo presidencial, se otorga la concesión para la explotación e industrialización de la basura a una empresa, destinándose los beneficios al mejoramiento del servicio. El contrato se firmó el 14 de mayo de 1941. Se instalaron 3 plantas industrializadoras de basura (Tetepilco, Azcapotzalco y en las cercanías del Aeropuerto, las cuales se clausuraron en 1943. En 1941, el personal estaba constituido por 2,137 empleados y se transportaba a los tiraderos entre 600 y 800 toneladas de basura al día. En 1942, se compraron 44 camiones nuevos y una barredora, amen de levantarse 42,311 infracciones. El personal de limpia alcanzó la cifra de 2,377 empleados. En 1943, el servicio se prestaba con 142 camiones, 4 barredoras, 86 carros con tracción animal. Se adquirieron 17 camiones, se transportaba a los tiraderos entre 800 y 1,000 toneladas de basura al día y se levantaron 23,236 infracciones. En ese mismo año, servicio de recolección de basura se extendió a las colonias: Michoacán, Asturias, Janitzio, Chapultepec y Polanco. En 1944, el personal de limpia llega a 2,408 empleados. Así mismo, el servicio de recolección se amplía para atender las colonias: Moctezuma, Tránsito, Vista Alegre, Merced, Balbuena y Río Blanco. Se levantaron 19,636 infracciones. En 1946, la Oficina de Limpia lleva a cabo los servicios de Barrido y Recolección de basura. La ciudad se divide para la prestación del servicio, en el primer cuadro, 8 zonas y 39 sectores. En ese mismo año, se levantan 36,150 infracciones por infringir el reglamento de limpia, mientras que el personal utilizado alcanza la cifra de 2,728 empleados. Así mismo, la basura de la ciudad se deposita en los tiraderos de: La Magdalena Mixhuca, Santa Catarina, Bramaderos, La Modelo, Dos Ríos, Nativitas, Independencia y Pedregal. En 1950, se cuenta para el servicio de limpia con 219 camiones, 19 barredoras, 69 carros de tracción animal. Al final de este período, se recogían alrededor de 2,000 toneladas de basura al día.

**1952-1977.** En 1952, desaparecen los carros de tracción animal, siendo sustituidos por vehículos de compactación tipo tubular y carga trasera. En 1960, la ciudad se divide en varios sectores para la prestación del servicio de limpia. En 1972, por acuerdo del Jefe del Departamento del Distrito Federal, se realiza la desconcentración de los servicios de limpia, por lo que las delegaciones toman a su cargo las áreas de barrido manual y mecánico, así como la recolección de basura domiciliaria. La ciudad se divide en 30 sectores para el cumplimiento del servicio. La Oficina de Limpia y Transporte, pasa a ser la Oficina de Sistemas de Recolección y

**Tratamiento de Basura.** En 1975, se cuenta con 600 camiones y 120 barredoras. En ese mismo año se generaban aproximadamente 7,000 toneladas de basura al día, mientras que mediante el barrido manual y mecánico, se limpiaban 13,000 km. de calles al día. En 1976, la Oficina de Recolección y Transporte de Basura pasa a formar parte de la nueva Dirección General de Servicios Urbanos (D.G.S.U.), convirtiéndose en el organismo de apoyo a las Oficinas de Limpia y Transporte de las Delegaciones. En el primer tercio de la década de los 70's, se inicia la construcción de Estaciones de Transferencia en el Distrito Federal, siendo la primera la de la Delegación Miguel Hidalgo. En noviembre de 1974, se pone en marcha la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón, en terrenos de la Cuchilla del Tesoro. En 1977, al desconcentrar las funciones de la Dirección General de Servicios Urbanos a las Delegaciones, desaparece dicha dirección, quedando únicamente la Oficina de Recolección de Desechos Sólidos dentro de la estructura de la Dirección General de Obras.

**1983-1988.** Se generan 9,300 toneladas de basura al día. En 1984 vuelve a conformarse la Dirección General de Servicios Urbanos. Establecimiento de la infraestructura básica destinada a realizar la disposición final de los residuos sólidos, mediante rellenos sanitarios. Fortalecimiento del Sistema de Transferencia, mediante la adquisición de equipamiento y la construcción de nuevas instalaciones. Inicio de programas de recolección nocturna de tiraderos clandestinos. Puesta en marcha de programas de limpieza en vialidades principales, así como de recolección especializada en unidades médicas, clínicas y parques recreativos. Construcción de la Alameda Poniente en el ex-tiradero de Santa Fe, del Parque Cuiclahuac en el ex-tiradero de Santa Cruz Meyehualco, Santa Fe, San Lorenzo Tezonco, Tlalpan, Tlahuac, Milpa Alta y del Vaso de Texcoco, recuperándose una superficie aproximada de 300 hectáreas. Se inicia la operación del primer Relleno Sanitario de la Ciudad de México, en el Vaso de Texcoco.

**1989- .** En julio de 1989, la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, expide el nuevo Reglamento para el Servicio de Limpia en dicha entidad, por lo que se abroga el de 1941. Instrumentación y puesta en marcha de un Programa para la gestión 1989-1994 con el fin de fortalecer el Parque Vehicular de Limpia que incluye la adquisición de nuevas unidades y la rehabilitación de las existentes. En septiembre de 1991, se pone en marcha la Planta Incineradora de San Juan de Aragón. En 1991, decreta la infraestructura de transferencia en el Distrito Federal, de 11 a 10 estaciones, debido a que se demolió la estación de transferencia de la Delegación Iztacalco, por severos asentamientos diferenciales, que generaron problemas de inquietud poblacional. Se instrumenta un programa de rehabilitación de las 10 estaciones de transferencia existentes. Este programa se realiza con un enfoque ecológico. Se instrumenta un importante proceso de concertación ciudadana, para la aceptación de las Estaciones de Transferencia con criterio ecológico (Tlalpan, Alvaro Obregón e Iztapalapa II). Tecnificación de la operación del Relleno Sanitario y construcción de infraestructura para su control y monitoreo ambiental, amén de iniciar la impermeabilización de los sitios con membranas

plásticas. para atenuar su afectación ambiental. Instrumentación del Programa de Monitoreo.

## **1.5. LEGISLACIÓN PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.**

Como lo precisa la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), EN SU ARTICULO 5, FRACCIÓN XII, "la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme a esta ley y sus disposiciones reglamentarias" son materia de competencia de las entidades federativas y municipios. No obstante esto la Federación a través, de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), puede promover acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales, para instrumentar y mejorar los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de éstos de residuos sólidos municipales y la identificación de alternativas de reutilización y disposición final de éstos, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras (Art. 138, de la LGEEPA).

Asimismo esta ley faculta a la Sedesol, a través del INE, a emitir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, y disposición final de los residuos sólidos municipales que operen los gobiernos estatales y municipales. A la fecha se tienen publicadas seis NOM para lograr el manejo adecuado de los RSM, (cuadro 2).

Cuadro 2

### Normas Oficiales Mexicanas para el manejo de los residuos sólidos municipales.

<b>NOM-AA-61-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación.
<b>NOM-AA-91-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: terminología.
<b>NOM-AA-15-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: métodos de cuarteo.
<b>NOM-AA-19-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: peso volumétrico <i>in situ</i> .
<b>NOM-AA-22-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: selección y cuantificación de productos.
<b>NOM-AA-52-1985</b>	Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

La Ley Federal de Metrología y Normalización, del 16 de julio de 1992, replantea toda la normatividad vigente, al hacer necesario aplicar un análisis costo-beneficio que sustente a las NOM vigentes. Ante esto las anteriores NOM que existían para el manejo de los RSM se convierten a Normas Mexicanas (NMX), las cuales son normas de referencias optativas.

El Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental publicó el seis de mayo de 1994, en el DOF, su Programa Nacional de Normalización en el cual están planeadas para su elaboración, revisión y posterior publicación cinco NOM relacionadas con la gestión de los residuos sólidos municipales.

La mayoría de las localidades en México no cuentan con reglamentos sobre el manejo de los residuos sólidos; no tienen definida una estructura orgánica que efectúe el control del servicio, y se carece de personal capacitado.

Se estudia la posibilidad de establecer organismos operadores independientes, con personalidad jurídica y patrimonios propios o bien fortalecer a las municipalidades con sistemas contables, así como para que implanten tarifas diferenciadas para los residuos domésticos y los que generen los comercios e industrias. Ya que de hecho en nuestro país no se cobra de manera directa por el servicio, lo que dificulta la adopción de tecnologías modernas.

### **1.5.1. Avances Sectoriales en 1993-1994.**

El Gobierno Federal promovió la realización de diversos estudios a nivel nacional a fin de conocer con certeza la situación en la materia, destacando lo siguiente:

- Diagnóstico y evaluación de la situación, recolección y disposición de residuos sólidos en ciudades medias.
- Determinación de los procedimientos de optimización del servicio de limpia en ciudades medias.
- Estudios del potencial recuperación, industrialización y comercialización de los subproductos de la basura de acuerdo a tipología de ciudades medias.
- Establecimiento de la metodología para la rehabilitación de tiraderos a cielo abierto.
- Estudio de las opciones para la participación de la pepena en el manejo de residuos sólidos.
- Estudios de finanzas y aspectos contables en los sistemas de limpia del país.

- Estudios del plan maestro de residuos sólidos: Primera parte, incluye prediagnóstico en 50 ciudades y anteproyecto de 20 a 25 de las mismas ciudades.

Estos estudios como se muestra en el cuadro 3, además de detallar mejor la situación nacional, están enfocados a dar soluciones: de carácter social, en el caso de los pepenadores cuyos ingresos están en función de lo que recolectan de los subproductos de la basura; de carácter ambiental, por las medidas resultantes para rehabilitar los tiraderos a cielo abierto; de carácter administrativo, con los estudios de costos para comparar eficiencias y con los de finanzas y aspectos contables para fortalecer a los organismos operadores, y financieros, ya que los resultados del plan maestro sustentarán la adquisición de créditos para crear la infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos municipales. A nivel estatal y municipal, se han realizado una serie de estudios tendentes a particularizar la situación de ciudades específicas.

En el Programa 100 Ciudades, también se llevan a cabo acciones para mejorar e incrementar los niveles de atención en la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición de residuos sólidos en las ciudades medias, y para promover el autofinanciamiento del servicio mediante la aplicación de tarifas racionales y el reciclaje de los productos aprovechables y fomento a la participación de la iniciativa privada vía concesión de los servicios.

En los cuadros 4 y 5 se presentan las acciones realizadas en 1993-1994.

## **1.6. Importancia de la D. G. S. U.**

El presente siglo ha significado la modernidad de nuestro país, ha traído consigo innumerables problemas urbanos y de impacto ambiental; el desarrollo de industrias, hospitales, comercios y zonas habitacionales, ha traspasado cualquier planeación urbana realizada y ha provocado la generación de una gran cantidad de desechos sólidos, llamada comúnmente "basura", siendo así de interés nuestro efectuar un buen manejo y disposición final de ella.

Actualmente la recolección, transferencia, barrido y limpieza en la red vital secundaria es responsabilidad de las delegaciones, mientras que la limpieza integral en la red principal, apoyo a la transferencia, procesamiento y disposición final debe hacerse cargo la Dirección General de Servicios Urbanos (D. G. S. U.).

La D. G. S. U. se creó en 1985 con la finalidad y objetivo de normar y proporcionar los servicios urbanos en el D. F. en coordinación con todas las Delegaciones Políticas de la Ciudad a fin de atender las demandas de la población; teniendo por cometido, proporcionar asesoría técnica a las delegaciones para elevar la eficiencia del servicio

Para poder cumplir con esta finalidad y objetivo se utilizó el llamado ciclo de los desechos sólidos, el cual se describirá posteriormente cada una con sus propias características y problemas por atender.

Una vez que se han almacenado o barrido los desechos sólidos deben ser recolectados; la recolección es el conjunto de actividades que se realizan para retener los residuos, desde el lugar donde son depositados por su productor hasta su descarga en los sitios de disposición final o su entrega a una planta procesadora.

Para cumplir con esta etapa del ciclo de los residuos sólidos el personal y el equipo a utilizar son factores determinantes; el sistema vial, el tipo de zona y la cantidad de residuos sólidos son elementos que deberán tomarse en cuenta para seleccionar la frecuencia, horario, método de recolección y el equipo para transportarla, adecuado para cumplir con este servicio.

La mayor parte del costo del aseo urbano lo representa la etapa de recolección; en este sentido y como una alternativa de solución es necesaria la difusión de metodologías para mejorar la utilización de equipos, eficientar los procesos de trabajo y rendimiento y, minimizar los costos.

### **1.7. Ciclo de los desechos sólidos.**

Los desechos sólidos conforman un ciclo, las etapas que encierra están estrechamente vinculadas es decir: desde su primer etapa que es la misma producción de los bienes de consumo hasta la disposición final.

El ciclo de los residuos sólidos municipales se esquematiza en el cuadro 6.

Cualquier cambio o modificación que sufra alguna de las etapas habrá una repercusión en las demás.

La descripción de las etapas del ciclo a continuación se describen:

#### **Generación**

Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materias orgánicas e inorgánicas, en un cierto intervalo de tiempo.

#### **Almacenamiento**

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, mientras se transportan a los sitios de transferencia, tratamiento o de disposición final.

<b>Segregación inicial</b>	Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.
<b>Colecta</b>	Es la acción de tomar a los residuos sólidos de los sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
<b>Colecta con separación simultánea</b>	Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la colecta segregada en un mismo vehículo de los residuos sólidos. También se identifica con la actividad de coleccionar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándola en ruta.
<b>Transporte primario</b>	Se refiere a la acción de trasladar a los residuos sólidos coleccionados en las fuentes de generación, hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.
<b>Transferencia</b>	Es la acción de transferir a los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, a las unidades vehiculares de transferencia, esto es; con el propósito de transportar una mayor cantidad de residuo a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema.
<b>Tratamiento centralizado</b>	Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, dándoles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad antes de su destino final. Este tipo de transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y químicas de los residuos.
<b>Transporte Secundario</b>	Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado las etapas de transferencia y/o tratamiento o viceversa.

**Disposición final**

Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas, para evitar daños al ecosistema y propiciar adecuadamente, para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.

**Acondicionamiento de Reciclables**

Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un mejor aprovechamiento posterior.

**Otros tratamientos intermedios y avanzados**

Son procesos que permiten obtener un mayor aprovechamiento sustancial de los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

**1.8. Generación de desechos sólidos.**

La generación de los residuos sólidos ha ido creciendo debido al aumento de la población y al consumo de un número cada vez mayor de productos, el desarrollo industrial también genera una gran cantidad de estos.

Antes de mencionar donde se generan los desechos sólidos, hablaremos de ¿que es la generación de los desechos sólidos?, es la basura que se produce en una localidad durante un tiempo determinado; generalmente el valor más representativo es el de la cantidad media de residuos producidos por habitante al día, este indicador se obtiene de dividir la cantidad total de basura generada por día entre el número total de la población

Una clasificación de los residuos sólidos generados es la que a continuación se detalla.

**Residuos Domiciliarios**

Son aquellos que se generan en las casas-habitación, no necesita de un control especial tecnificado.

**Residuos Comerciales**

Son aquellos que se generan en establecimientos comerciales, al igual que los residuos domiciliarios no requiere una



técnica especial para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

#### **Residuos de Vías Públicas**

Son aquellos que se generan por la limpieza de las calles, avenidas, parques, jardines, rastros y demás lugares públicos.

Estos residuos tienen la ventaja que una vez recolectados pueden ser colocados directamente en el lugar de disposición final. Pero los desperdicios generados en los rastros necesitan de una pronta incineración.

#### **Residuos Institucionales**

Son aquellos que provienen de las oficinas públicas y privadas.

Este tipo de residuo no representa ningún peligro, es muy manejable.

#### **Residuos de Mercados**

Como su nombre lo indica son los generados en estos establecimientos, se componen principalmente de residuos alimenticios como son vegetales, animales y en general.

Estos tipos de residuos necesitan de una pronta recolección ya que se pudren rápidamente en un tiempo corto.

#### **Residuos Hospitalarios**

Estos residuos son generados en clínicas, laboratorios, hospitales y centros de investigación médica.

Estos residuos pueden ser: alimenticios, de material sintético y de residuos que pueden ser: peligrosos, potencialmente peligrosos o incompatibles, y de los cuales requieren un tratamiento adecuado.

Los residuos peligrosos, al igual que los potencialmente peligrosos, son aquellos que por sus características físicas, biológicas y químicas representan desde su generación

un peligro al medio ambiente, como lo son: los detergentes y el material radioactivo.

Para los peligrosos y los potencialmente peligrosos es el material farmacéutico.

Los residuos incompatibles son aquellos que al combinarse o mezclarse producen reacciones violentas como la liberación de gases y demás productos inflamables.

### **Residuos Industriales**

Son los que se generan en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación o producción. Al igual que los residuos hospitalarios, estos se pueden clasificar en: peligrosos y no peligrosos; dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas y, del tipo de industria que los generó y también requieren de un tratamiento especial.

La generación de residuos depende totalmente de:

- El nivel de vida de la población.
- La forma de vida de los habitantes y sus costumbres.
- La estación del año de que se trate.
- El número de habitantes del municipio.

La generación de basura ha ido aumentando debido al aumento de población y el consumo de productos es cada vez más alto, así como el desarrollo industrial genera gran cantidad de ellos.

La cantidad de basura generada por habitante ha ido variando en cantidad como en composición física, a medida que nuestra economía ha pasado de agropecuaria a industrializadora, provocando que su manejo no sea del todo eficaz.

La generación de residuos sólidos se relaciona con el grado de desarrollo de la localidad, la concentración de la población y su ingreso, así como la facilidad de consumir más productos.

La generación de residuos sólidos viene siendo en cierta parte la clasificación de los mismos.

**CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

FUENTE	ORIGEN ESPECÍFICO	RESIDUOS
<b>Domiciliarios</b>	Casas-Habitación	
<b>Institucionales</b>	Escuelas Básicas (preescolar a secundaria) Educación Preuniversitaria A Educación Superior Museos Iglesias Oficinas de Gobierno Patrimonio Histórico Bancos Reclusorios	<b>No Peligrosos:</b>  Vidrio Papel Cartón Plástico Tetrapack Chucherías Material Inerte Textil Naturales Textiles Sintéticos Residuos Alimenticios Residuos de Jardinería Enseres Domésticos Material Ferroso Material no Ferroso Madera Hueso Flores de Desecho
<b>Áreas y vías públicas</b>	Calles y Avenidas Carreteras Federales y Estatales Parques y Jardines Áreas Abiertas Zonas Federales Balnearios Zoológicos Playas Áreas Arqueológicas Parques Nacionales	
<b>Comercial y de Servicios</b>	Mercados Tianguis y Centros de Abasto Hotels y Moteles Oficinas Restros Panteones Restaurantes Tiendas Espectáculos  Presentaciones Artísticas Círcos Cines Teatros Estadios Hipódromo, Galgódromo Parques Deportivos Autódromo Toros Frontón  Terminales Marítimas Autobuses Aereas Talleres	<b>Potencialmente Peligrosos:</b>  Ecremento Secreciones Toallas Sanitarias Algodón Contaminado Aceites y Grasas Autos Abandonados Pañales Envases Plaguicidas Envases Aéreos Material No Ferroso Papel Carbón Animales Muertos  <b>Peligrosos:</b>  Substancias Químicas De Laboratorios de Enseñanza Animales de Investigación Residuos de Medicamentos Solventes Papel con Excremento de Contagiosos Cuerpos de Animales Enfermos Medicinas Caducas Alimentos Enlatados o a Granel Caducos

Cuadro 3

## Acciones en materia de gestión de los residuos sólidos urbanos municipales 1989-1994

Proyecto y obra	Ubicación	Monto contratado (NB)	Inicio	Término	Beneficio social <sup>1</sup>
Diagnóstico y evaluación de la situación recolección y disposición de residuos sólidos en ciudades medias	Nivel nacional	144 740.44	11/09/91	31/12/91	no
Determinación de procedimientos de optimización del servicio de limpia en ciudades medias	Nivel nacional	280 000.00	15/09/92	31/12/92	no
Estudios del potencial de recuperación, industrialización y comercialización de los subproductos de la basura de acuerdo a topología de ciudades medias	Nivel nacional	199 451.62	15/09/92	31/12/92	no
Establecimientos de la metodología para la rehabilitación de fráteros a cielo abierto	Nivel nacional	93 245.90	15/09/92	31/12/92	no
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Córdoba, Amatlán y Fortín, Ver.	110 000.00	15/09/92	31/12/92	250 957
Proyecto de encauzamiento del río Sacramento	Chihuahua, Chih.	600 000.00	1/10/92	31/12/92	575 606
Proyecto hidráulico de control del estero del Infernillo	Mazatlán, Sin.	600 000.00	1/10/92	31/12/92	361 863
Proyecto de rescate del río Cuau	Pto. Vallarta, Jal.	300 000.00	15/10/92	31/12/92	120 927
Diagnóstico de la situación actual de la recolección y disposición para los residuos sólidos y estudio para el relleno sanitario	Mexcal, B. C.	400 000.00	20/05/93	30/08/93	647 710
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	Piedras Negras, Coah.	350 000.00	19/05/93	31/08/93	98 295
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	Manzanillo, Col.	349 917.25	3/05/93	31/08/93	109 296
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	León, Gto.	499 036.40	18/05/93	30/11/93	943 041
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	San Luis Río Colorado, Son.	389 518.98	20/05/93	30/08/93	117 937
Estudio de factibilidad para la recolección de residuos sólidos	Cd. Acuña, Coah.	74 311.35	27/09/93	3/12/93	62 841
Estudio de factibilidad para la recolección de residuos sólidos	Nueva Rosita, San Juan				
	Saltinas, Coah.	74 311.35	27/09/93	10/12/93	43 757
Estudio de opciones para la participación de la prepa en el manejo de residuos sólidos	Nivel nacional	149 600.00**	20/09/93	10/12/93	no
Estudio de finanzas y aspectos contables	Nivel nacional	150 000.00**	10/11/93	31/12/93	no
Estudio de costos de los sistemas de limpia del país	Nivel nacional	149 623.10	22/11/93	31/12/93	no
Estudio de plan maestro de residuos sólidos primera parte	Nivel nacional	1 447 936.00	17/11/93	30/11/94	no
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Mexcal, B. C.	350 700.00	1/07/94	30/11/94	647 710
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cd. del Carmen, Cam.	342 245.00	1/07/94	30/11/94	149 707
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cuernavaca, Mor.	362 505.00	1/07/94	30/11/94	501 172
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Querétaro, Gro.	382 081.30	1/07/94	30/11/94	570 428
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	San Luis Río Colorado, Son.	400 000.00	1/08/94	30/11/94	117 937
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Piedras Negras, Coah.	400 000.00**	1/08/94	30/11/94	98 295
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Tamón, Coah.	450 000.00**	1/08/94	30/11/94	519 128
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Tapachula, Chi.	400 000.00**	1/08/94	30/11/94	220 353
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Itapachua, Gto.	450 000.00**	1/08/94	30/11/94	327 899
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Pachuca, Hgo.	450 000.00**	1/08/94	30/11/94	162 900
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Puerto Vallarta, Jal.	450 000.00**	1/08/94	30/11/94	120 927
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Matamoros, Tamps.	508 000.00**	1/08/94	30/11/94	317 444

no = No Disponible

<sup>1</sup> Población determinada con base en los resultados del Censo de 1990 y las tasas de crecimiento establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990.<sup>2</sup> Los beneficios se expresan en número de habitantes.<sup>3</sup> El financiamiento se obtuvo del Banco Mundial.

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente. Subsecretaría de Equipamiento Urbano. Sedorar, 1994.

cuadro 4

## Inventario de proyectos y obras en materia de disposición final de residuos sólidos municipales en proceso

Proyecto u obra	Ubicación	Monto contratado (N\$)	Inicio	Término	Beneficio social*1
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Mexicali, B.C.	350 700,90	1/07/94	30/11/94	647 710
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cd. del Carmen, Camp.	342 245,00	1/07/94	30/11/94	149 707
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cuernavaca, Mor.	362 505,00	1/07/94	30/11/94	501 172
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Querétaro, Qro.	382 081,30	1/07/94	30/11/94	570 428

\* Los beneficios se expresan en número de habitantes

\*1 Población determinada con base en los resultados del Censo 1990 y las tasas de crecimiento establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1980

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos del Medio Ambiental. Subsecretaría de Equipamiento Urbano. Sedesol, 1994

cuadro 5

## Proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios en proceso de licitación (por invitación)

Concepto	Programado (N\$)	Tiempo de licitación y asignación		Etapa de licitación	Tiempo de realización del estudio		
		inicio	término		Inicio	Término	Beneficio Social*1
San Luis Río Colorado, Son.	400 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	117 937
Piedras Negras, Coah.	400 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	98 295
Torreón, Coah.	450 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	519 128
Tapachula, Chis.	400 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	220 353
Irapuato, Gto.	450 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	327 895
Pachuca, Hgo.	450 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	162 900
Puerto Vallarta, Jal.	450 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	120 827
Matamoros, Tamps.	508 000,00	30/06/94	31/07/94	Evaluación de propuestas	1/08/94	30/11/94	317 444

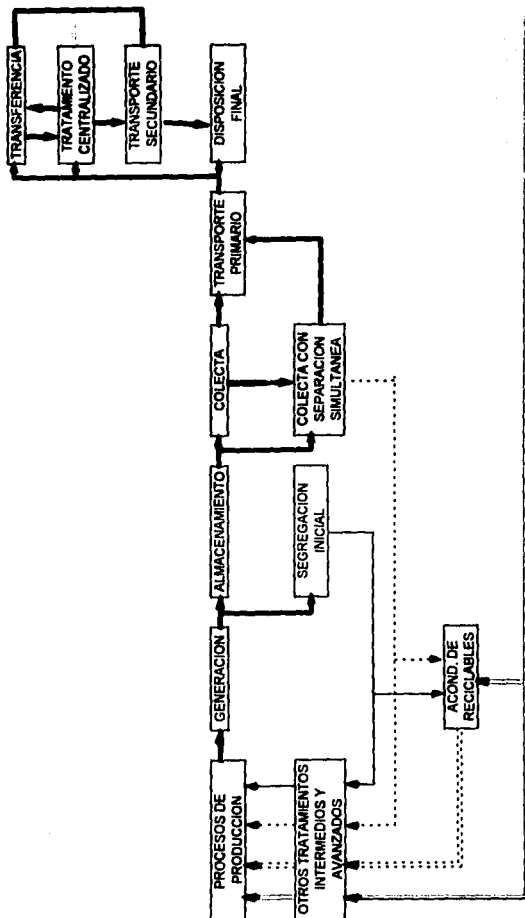
\* Los beneficios se expresan en número de habitantes.

\*1 Población determinada con base en los resultados del Censo 1990 y las tasas de crecimiento establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1980

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos del Medio Ambiental. Subsecretaría de Equipamiento Urbano. Sedesol, 1994.

Cuadro 6

## CICLO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS



## **CAPITULO II.**

### **RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

## **2.1. Generalidades.**

La acumulación de los residuos sólidos generados por la población, actúa sobre el ambiente físico y humano, haciendo peligrar la salud pública, contaminando las áreas superficiales y subterráneas, el aire y el suelo, por lo que es necesario un manejo eficiente de los residuos sólidos producidos por los habitantes del ecosistema en sus múltiples actividades.

La recolección es parte fundamental de un sistema de control de los residuos sólidos, es el vínculo entre el almacenamiento y la disposición final.

Dadas las condiciones económicas del país y los altos costos de adquisición y operación de los equipos a utilizar, se hace conveniente utilizar de la mejor manera posible los recursos con que contamos, estableciendo criterios elementales para la adquisición, asignación y operación de los equipos de recolección, para evitar el uso irracional de dichos recursos.

## **2.2. Descripción del sistema de recolección.**

El sistema de recolección está compuesto por:

<b>Frecuencia de recolección</b>	Es el número de días a la semana con que se atiende a los usuarios del sistema de recolección.
<b>Método de recolección</b>	Es la metodología a utilizar para recolectar la basura generada por los usuarios del sistema de recolección.
<b>Equipamiento de recolección</b>	Es el tipo de unidades que se utilizan para coleccionar y transportar la basura que se produce en las fuentes generadoras por atender.
<b>Aspectos básicos de la localidad</b>	Son las características de tipo urbano que identifica a la localidad que se atiende con el servicio de recolección. Dentro de las más importantes por mencionar tenemos la topografía, vialidad, densidad de población y traza urbana.



**Requerimientos o demandas del servicio**

Se refiere al tipo de fuentes generadoras por atender, así como las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos que producen.

**Personal utilizado en la prestación del servicio**

Es el número de empleados que se utilizan en la prestación de este servicio. Se refiere tanto al personal operativo como al técnico y al administrativo.

**Costos operacionales del servicio**

Son las erogaciones que se hacen diariamente para cumplir con el servicio. Incluyendo los cargos fijos del equipo y de las instalaciones, así como los cargos por consumo y, los cargos por el personal utilizado.

**Microruteo del sistema**

No es otra cosa que el recorrido que deben seguir las unidades recolectoras por las calles de los sectores por atender, de tal manera que dicho recorrido sea el óptimo, o por lo menos el más adecuado.

De los componentes de diseño antes mencionados, el microruteo es el más significativo, ya que de él depende la economía de cualquier sistema de recolección.

El diseño y el microruteo, se basan en una serie de variables las cuales dependen de la localidad por atender, por señalar las de mayor importancia tenemos:

- Traza urbana de la localidad.
- Topografía de la localidad.
- Ancho y tipo de las calles.
- Frecuencia, método y equipo de recolección.
- Densidades de la población.
- Índices generacionales de residuos sólidos
- Otras características cualitativas.

Un mal diseño de las microrutas de recolección traerá como consecuencia graves daños al sistema de recolección. Por mencionar algunos de los daños tenemos:

- Desperdicio del equipo y personal de la recolección
- Disminución en la cobertura del servicio.
- Incremento en los costos del servicio

- Proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en la vía pública.

Por todo lo anterior es recomendable poner especial atención al diseño de microruteo, si es que se pretende obtener un servicio de recolección eficiente.

**Equipamiento de los sistemas de aseo urbano**

Se refiere a las instalaciones de los servicios de aseo urbano como son: sitio de disposición final, sitio de carga de combustible, garage vehicular, taller de mantenimiento, etc.

El diseño de cualquier sistema de recolección, involucra los siguientes conceptos:

**Definición de las características del sistema**

Involucra la definición de frecuencia, método y equipo de recolección a utilizar.

**Selección y revisión del equipamiento de recolección**

Se refiere a la revisión de los elementos mecánicos de la combinación, chasis-carrocería, que se haya elegido, según el método de recolección a utilizar.

**Número de unidades recolectoras**

Es la determinación del número de vehículos requeridos para la prestación del servicio, según sea la cobertura que se pretenda alcanzar con el mismo.

**Vehículos de reserva**

Es el número de vehículos necesarios que se deben tener en reserva, para suplir aquellos que operan permanentemente cuando sufran alguna avería; con el fin de mantener un mismo nivel de servicio.

**Programa de altas y bajas**

Es la programación de altas y bajas de las unidades vehiculares para un determinado horizonte de operación, con el fin de prever las adquisiciones por incremento en la demanda de servicio o por el cumplimiento de la vida útil de las mismas unidades.

**Macroruteo del sistema**

Es la asignación de vehículos recolectores a zonas o sectores de recolección, en función

de la frecuencia, método de recolección, barreras naturales de la localidad, densidades de población de los barrios o colonias de ella y capacidad volumétrica de las unidades recolectoras a utilizar.

### **2.3. Equipos de recolección y transporte primario**

Con respecto a los equipos de recolección y transporte primario, es conveniente emplear siempre y cuando sea factible vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistas de compactadores, para abatir los costos de recolección. Las carrocerías de volteo son preferibles por las localidades con tendencias rurales, debido a su versatilidad y menor costo, no son adecuadas para la recolección y transporte de la basura doméstica desde el punto de vista salud pública, debido a que están descubiertas y carecen de sello hermético en el fondo, propician el esparcido de residuos y de líquido contenido en ella a lo largo de sus recorridos dentro y fuera de sus rutas de operación.

En términos generales, existen carrocerías de carga lateral, carga trasera y carga frontal, estos últimos se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos de carrocería de carga trasera de dos o más ejes, son muy eficientes, pues la recolección se efectúa más cómoda y menos fatigosa para el usuario y el recolector debido a su altura de carga no mayor de 1.20 mts.; además permiten prescindir de un operario en su tripulación.

También puede decirse que no siempre es adecuado el uso de vehículos especializados para la recolección de los residuos sólidos, ya que no en todos los casos la traza urbana brinda las facilidades de acceso, penetración, maniobrabilidad y pendiente, requeridas para la utilización y el máximo aprovechamiento de tales vehículos. En muchos de los casos la utilización de unidades de las consideradas no convencionales, pueden dar mejores resultados tanto en costo como en rendimiento y eficiencia, que los obtenidos con el uso de unidades recolectoras especializadas.

En base a lo anterior, los equipos de recolección pueden ser clasificados y subclasificados de acuerdo al siguiente esquema; además son los equipos de recolección de basura más usados en el medio mexicano.

**Equipos recolectores de alta especialización o tecnificación**

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, estén capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

Estos equipos se subclasifican en:

- Sistema de operación de contenedores altamente especializados.
- Vehículos compactadores con mecanismos de carga trasera, frontal y lateral.

**Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos**

Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la presentación del servicio de recolección de basura con cierta comodidad, como lo son todos los vehículos compactadores de carga lateral y otros de carga lateral sin mecanismos de compactación pero con placa empujadora de basura.

- Vehículos compactadores de carga lateral.
- Vehículo compactador de carga trasera.
- Vehículos sin mecanismos de compactación de carga lateral o trasera.
- Vehículos tipo volteo de gran capacidad.

**Equipos no-convencionales para la recolección de residuos sólidos**

Sea cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio en cuestión que no presente las características mencionadas en los incisos anteriores.

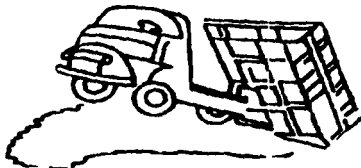
- Carreta de mano.
- Carreta de mulas.
- Carreta de mulas con barriles intercambiables.
- Vehículos de volteo y de redilas.

A continuación se explicarán con más detalle las sub-clasificaciones de los equipos de recolección mencionados anteriormente.

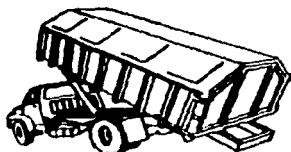
### Sistemas de operación de contenedores altamente especializados.



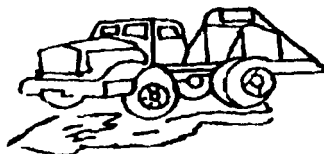
SISTEMA CAMIÓN-CONTENEDOR DE  
ARRASTRE



SISTEMA CAMIÓN-CONTENEDOR DE  
GATO HIDRÁULICO



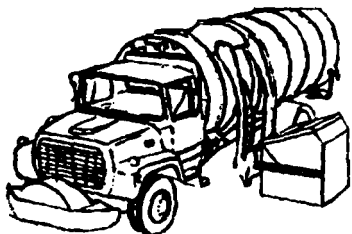
SISTEMA CAMIÓN-CONTENEDOR TIPO  
ROLL ON-ROLL OFF



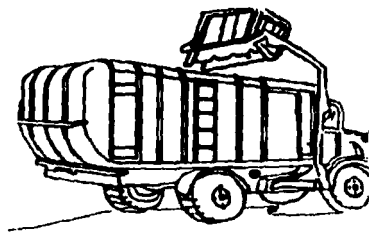
SISTEMA DE CAMIÓN-CONTENEDOR  
DE GRÚA

Estos sistemas están diseñados para atender la demanda del servicio, 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, cuya capacidad normalmente es de 6 m<sup>3</sup> hasta 24 m<sup>3</sup>. Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no se recomiendan para la recolección domiciliar por los métodos tradicionales, se justifica este servicio solo cuando no se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Es recomendable su uso en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias. La diferencia con respecto a los otros vehículos compactadores de carga trasera, frontal o lateral con mecanismos para contenedores, es la capacidad de los contenedores por atender, ya que normalmente un sistema como los indicados anteriormente manejan contenedores de 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismos de contenedores adaptados; estos últimos después de atender el contenedor lo dejan nuevamente en su sitio, mientras que los sistemas especializados sustituyen al contenedor lleno por uno vacío.

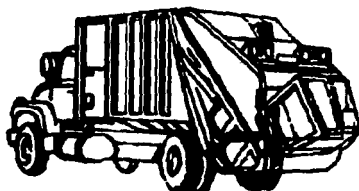
**Vehículos compactadores con mecanismos de carga trasera, frontal y lateral.**



**CARGA LATERAL**



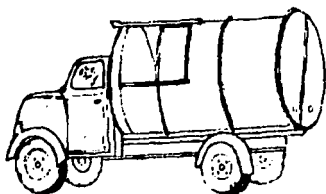
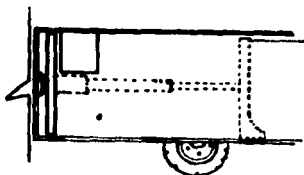
**CARGA FRONTAL**



**CARGA TRASERA**

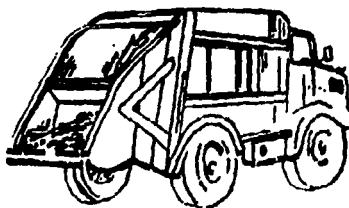
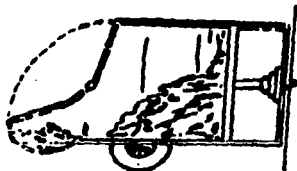
Estos vehículos son generalmente de 12 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad volumétrica con mecanismo de carga y descarga de contenedores, pudiendo variar su capacidad desde 1 hasta 6 m<sup>3</sup>, según la potencia del mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por 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, supermercados, etc.

## Vehículos compactadores de carga lateral.



Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismos de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16 m<sup>3</sup>, pudiendo en algunos casos ser más elevada. Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, así 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 facilitan que un hombre viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.

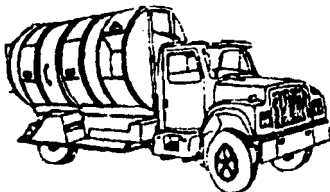
### Vehículo compactador de carga trasera.



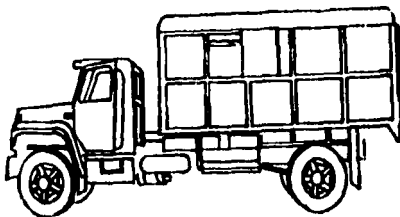
En este tipo de vehículos la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería son de 10 a 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar, y que se pueden colocar contenedores pequeños en su ruta normal de recolección.



### **Vehículos sin mecanismo de compactación de carga lateral o trasera.**



**TUBULAR**

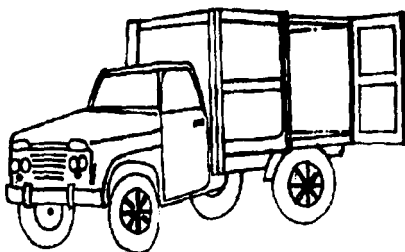


**RECTANGULAR**

La utilización de este tipo de vehículos es cada vez más frecuente, por los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado. Su capacidad normalmente varía de 8 a 16 m<sup>3</sup> de capacidad. 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. La diferencia con respecto a los vehículos con mecanismos de compactación radica básicamente en la carencia justamente de tales mecanismos.

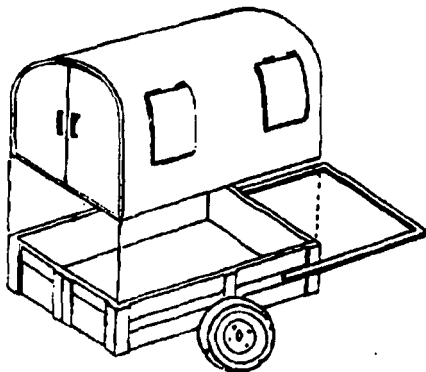
El bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos y de mano de obra especializada para su mantenimiento, sus principales ventajas. Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de basura que puede transportar, ya que la falta del mecanismo de compactación, el peso volumétrico alcanzado dentro de la carrocería por los residuos, difícilmente rebasa los 350 kg/m<sup>3</sup>. No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos mecanismos para la carga y descarga de contenedores, por la falta de dicho mecanismos de compactación.

### **Vehículos tipo volteo de gran capacidad.**



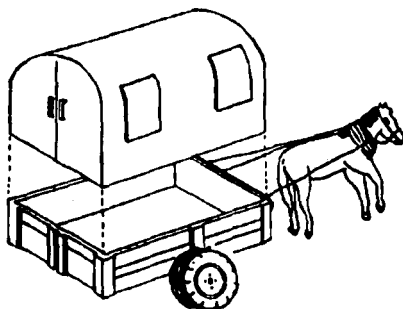
Estos vehículos con mecanismo de descarga tipo volteo, cuentan en la mayoría de los casos con puertas laterales para facilitar la descarga dentro de la carrocería del vehículo así como son extensiones para aumentar su capacidad volumétrica y aprovechar más la gran capacidad de soporte de carga del chasis. Las principales ventajas son su bajo costo comparado con un camión especializado y que la descarga por volteo en muchas ocasiones es mucho más rápida que cuando se tienen cajas fijas. Las desventajas 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 hombre adicional en la cuadrilla de trabajo. Así al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se eleva el centro de gravedad por encima de las estimaciones de diseño.

## Carreta de mano.



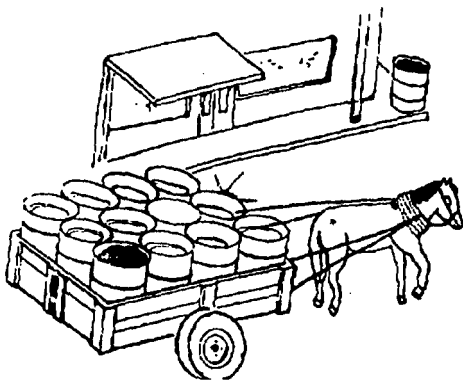
La carreta de mano tiene una capacidad aproximada de 1 a 1.5 m<sup>3</sup>, que si hace dos viajes en ocho horas en zonas de baja producción de basura, podría dar servicio de 1000 a 1500 habitantes. El problema principal consiste en su baja velocidad de traslado, por lo que su uso es conveniente solo en zonas cercanas a los sitios de disposición final o de transferencia.

## Carreta de mulas.



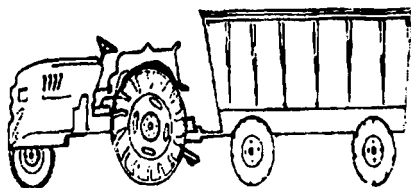
La carreta de mulas tiene una capacidad aproximada de 2 a 3 m<sup>3</sup>. Puede usarse para unos 2000 ó 3000 habitantes y tiene las mismas desventajas que la carreta de mano, por lo que si se utiliza sin un sistema de transferencia la hace muy ineficiente. Un sistema común de transferencia es el de un remolque de mayor capacidad que sea jalado por un tractor.

## Carreta de mulas con barriles intercambiables.

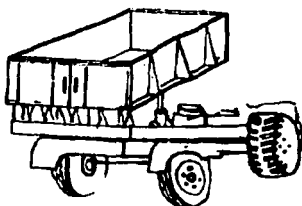


Es un sistema de 12 barriles intercambiables de 200 lts. con un total de 2.4 m<sup>3</sup> de capacidad. Si hace dos viajes al día, podría dar servicio de 2000 a 3000 habitantes. El sistema consiste en tener barriles estratégicamente distribuidos en la zona para que la gente deposite en ellos basura. La carreta sale en la mañana con barriles vacíos y aseados y los va cambiando por barriles llenos.

## Tractor agrícola y remolque.



**CAMIÓN DE REDILAS**

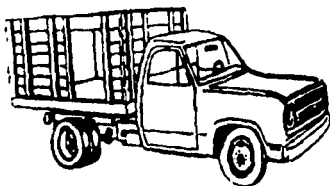


**CAMIÓN DE VOLTEO**

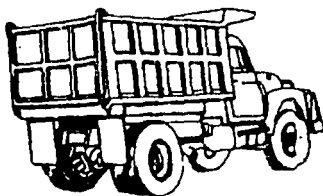
El tractor agrícola con cargador frontal y el remolque tiene una capacidad de 6 m<sup>3</sup>. En pequeñas localidades el tractor puede servir como recolector y al mismo tiempo como una máquina que en el relleno sanitario realice las principales tareas de acomodar la basura y cubrirla, ya que la única función que no puede cumplir es la de excavar.

El remolque tiene un sistema de volteo hidráulico.

### Vehículos de volteo y de retilas.



**CAMIÓN DE RELILAS**



**CAMIÓN DE VOLTEO**

Estos vehículos ocasionalmente se emplean para cumplir con el servicio de recolección de basura, a falta de equipos más tecnificados o debido a que se adaptan más adecuadamente a las características físicas de la localidad por servir y al tipo de actividades y servicios que en general se brinda a la comunidad. Su capacidad puede variar desde 6 hasta 10 ó 12 m<sup>3</sup>, aunque los más usuales son de 7 y 8 m<sup>3</sup>. Se estima que un vehículo de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, puede atender hasta 6000 habitantes en promedio, sobre todo en localidades eminentemente rurales. Su principal desventaja, es la elevada altura de carga, lo que obliga a contar con un obrero adicional que viaje dentro de la caja para ayudar a cumplir con la función de carga de basura

## **2.4. Métodos de recolección.**

Debido al grado de especialización de los vehículos recolectores utilizados en la prestación del servicio, los métodos de recolección pueden clasificarse en mecánicos, semimecánicos y manuales. Los métodos mecanizados y semimecánicos 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 de tipo rural.

Según las demandas del servicio y el nivel de tecnificación de los equipos que están directamente relacionados con el nivel de servicio e inversamente con la participación del usuario mismo, con el cumplimiento del servicio a escala nacional los métodos de recolección se clasifican de la siguiente manera:

**Método de esquina o de parada fija  
(Demanda discreta semimecanizada  
con alta participación del usuario)**

Se puede decir que es el método más económico, ya que los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde se encuentra estacionado el vehículo recolector que presta dicho servicio. Una vez que han llegado hasta el vehículo forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente, lo entregue a otro que está dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía el contenido del recipiente y lo regresa al operario que se lo entregó y él lo devuelve al usuario, una vez atendido el usuario este se retira del vehículo. Así la operación anterior se repite tantas veces sea necesario, hasta dar el servicio a todos aquellos usuarios que lo solicitaron.

**Método de acera (Demanda  
continua-semimecanizada con  
mediana participación del usuario)**

En este método el personal operario del vehículo recolector, toma los recipientes con basura que ha sido colocada sobre la acera por los usuarios del servicio, trasladándose hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido de dichos recipientes dentro de la tolva o sección de carga del vehículo en cuestión, para posteriormente regresarlos personalmente al sitio de la acera de donde las tomaron; para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos



a sus casas-habitación.

Para que se cumpla lo antes descrito, se requiere de un amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector transite a baja velocidad en ambos sentidos de la calle. Por lógica este método tiene más posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuentan con calles de doble sentido y de preferencia con camellones.

**Método intradomiciliario o de llevar y traer (Demanda semicontinua, semimecanizada con baja o nula participación del usuario)**

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, van y los vacían dentro de la caja del vehículo recolector y los regresan hasta el mismo sitio de donde fueron tomados. Por este hecho, este método de recolección se considera más costoso que el de acera, y aún más que el de esquina.

**Método de contenedores (Demanda discreta-mecanizada)**

El método de contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevarse a cabo la prestación del servicio. Se puede decir que este método es el más adecuado para realizar la recolección de centros de gran generación o de difícil acceso, como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras, la localización de los contenedores, deberá ser de tal manera que los vehículos recolectores tengan un fácil acceso a ellos y que además pueda realizar maniobras sin problemas.

Este método presenta que al fallar el servicio, se crea un foco de contaminación al sobre saturarse el contenedor y derramarse los residuos en el suelo.

Este método tiene como ventajas:

- Costo más bajo, en operación con respecto a los otros métodos.
- Mayor cobertura y eficiencia en el servicio.
- No es necesario transitar por todas las calles de la zona de recolección.

Y como desventajas presenta:

- Molestias a los usuarios, ya que reciben un "baño" de residuos al ser vaciados estos al interior del vehículo.
- Se requiere la participación activa del usuario para entregar los residuos al servicio de recolección y cuando no hay una persona atenta en la casa-habitación al paso del camión, los residuos sólidos se acumulan en exceso de los recipientes con el riesgo de que sean arrojados clandestinamente a la vía pública o a terrenos baldíos.

#### **Combinación de los métodos de recolección**

Sean las necesidades y los recursos de una población determinada se deben de estudiar las posibilidades de combinar dos ó más de los métodos de recolección, anteriormente mencionados.

## **CAPITULO III**

### **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.**

### **3.1. Generalidades.**

Las Estaciones de Transferencia son instalaciones indispensables que se utilizan en las grandes ciudades del mundo, desde hace décadas, las cuales llevan a cabo una operación intermedia entre la recolección domiciliar de desechos y su traslado a los sitios de tratamiento y disposición final, lo que permite acortar distancias y aumentar la frecuencia de los viajes de los camiones recolectores.

Las ciudades que, como la de México, enfrentan día a día el reto de manejar enormes cantidades de desechos, no pueden prescindir de este tipo de instalaciones, ya que un sistema de limpia que no cuente con ellas, es muy ineficiente y pone en grave riesgo la salud de sus habitantes y, especialmente, la de los niños, además del deterioro ambiental y de la convivencia e imagen urbanas.

La transferencia es una de las etapas importantes del ciclo de los residuos sólidos, en ella se ubica la de la transportación de los mismos, para ello se utilizan vehículos especializados y de grandes dimensiones, son comúnmente llamados trailers, esta etapa se inicia en los años 70's en México y en este periodo se construyeron la mayor parte de las estaciones que actualmente operan.



### **3.2. Definición.**

Las estaciones de transferencia son instalaciones permanentes, es aquí donde se procesan los residuos sólidos recibidos de las unidades recolectoras mediante compactación estacionaria, cuenta con grandes y eficientes equipos de mayor capacidad para trasladarlos al sitio de disposición final que por lo general son lejanos.

Los residuos sólidos generados en las diferentes delegaciones de la ciudad, son recogidos por camiones recolectores, los cuales depositan los residuos en cajas de camiones de mayor capacidad de unos 40 ó 70 m<sup>3</sup>, los cuales evitan que los camiones recolectores tengan que hacer grandes recorridos a los sitios de disposición final y traen como consecuencia que presten un servicio de mayor eficiencia.

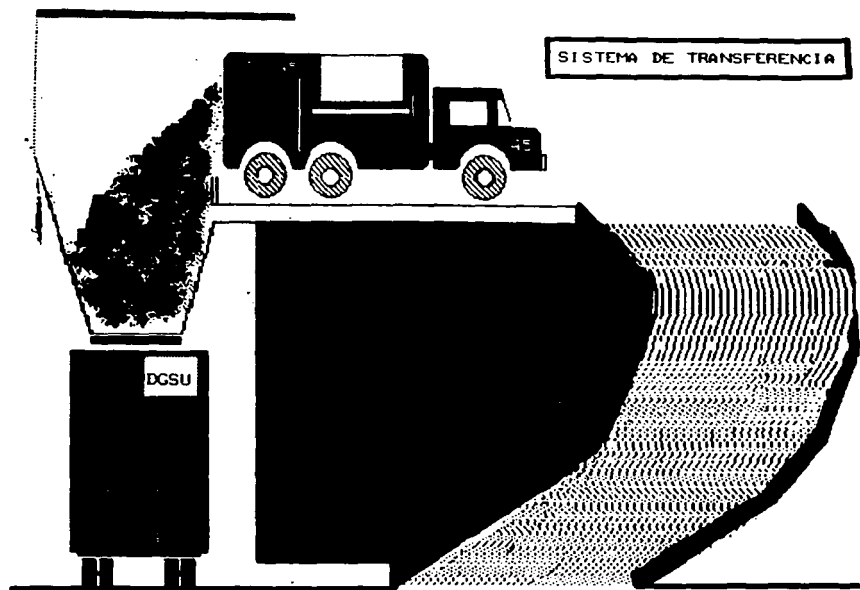
Las estaciones de transferencia son instalaciones que se han construido en sitios estratégicos en la Ciudad de México con la finalidad de poder recibir y transportar los residuos sólidos municipales a los sitios de disposición final.

Estas estaciones cuentan con una infraestructura con rampas, lográndose que los camiones recolectores queden en un nivel superior al de los trailers, y de esta manera descargar por gravedad el contenido al interior de los trailers, como se muestra en la figura siguiente.

De acuerdo a las necesidades y a las soluciones del proyecto de cada estación son el tamaño de las estaciones, el número de trailers que puedan ser cargados simultáneamente y la cantidad de recolectores que puedan descargar.

Cualquier estación de transferencia, está constituida por dos subsistemas básicos: el de recolección, que se conforma con todas las unidades vehiculares destinadas al recojo de la basura; y el de transferencia y transporte. La unión de tales subsistemas, definen los canales de servicio de la estación.

Existen 11 estaciones de transferencia de las cuales cuatro operan en forma regional, es decir, el servicio no se circunscribe solamente al perímetro de una sola delegación.

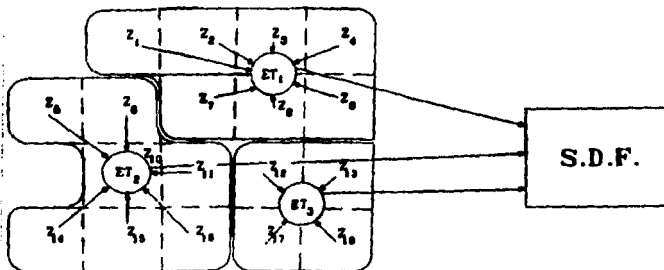


SISTEMA DE TRANSFERENCIA

DESCARGA DE UN RECOLECTOR EN UNA UNIDAD DE TRANSFERENCIA

### 3.3. Objetivo de las Estaciones de Transferencia.

El objetivo básico de estas estaciones es reducir la distancia que recorren los vehículos recolectores mediante la transferencia de su carga a tractocamiones de mayor capacidad en un punto intermedio de la ruta hacia los sitios de disposición final. Esto representa un ahorro considerable que permite cubrir el costo de la construcción y operación de las estaciones y adquisición del equipo, al mismo tiempo que se incrementa la capacidad de servicio. A continuación se ilustra en forma gráfica la función de una Estación de Transferencia.



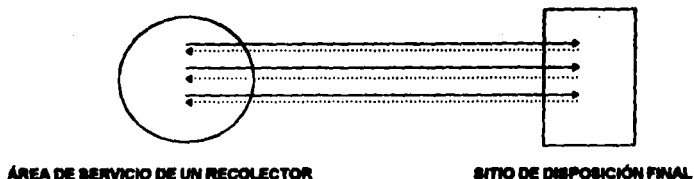
#### CLAVES:

- Z: ZONA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
- E.T.: ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA
- S.D.F.: SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

La siguiente figura representa en forma esquematizada ambos mecanismos de recolección y transporte.

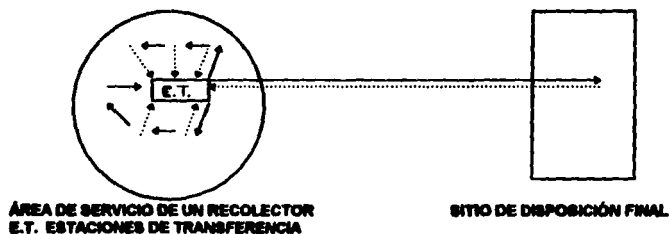
En la figura (A) se representa el método tradicional en el cual cada vehículo recolector recorre la ruta directa al sitio de disposición final.

Figura (A).



Mientras que con el empleo de la Estación de Transferencia, el contenido de los vehículos recolectores se transfiere a un tractocamión de mayor capacidad que es el que los transporta a su destino final (figura B).

Figura (B).



Para que una estación de transferencia cumpla sus objetivos de la mejor forma debe estar ubicada en un sitio estratégico; es decir, el lugar elegido ha de contar con las características de ubicación, vías de transporte, disponibilidad de la propiedad y bajo costo.



### **3.4. Tipos de Estaciones de Transferencia.**

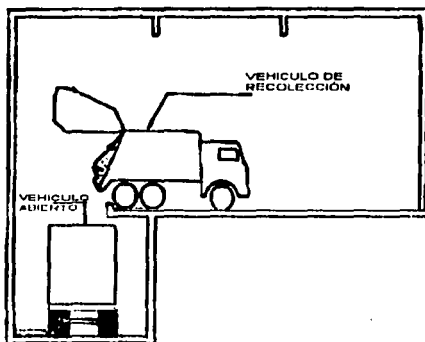
Atendiendo la forma en que se hace la transferencia de residuos sólidos, las estaciones de transbordo, pueden ser de carga directa, o bien de carga indirecta.

#### **Estaciones de carga directa**

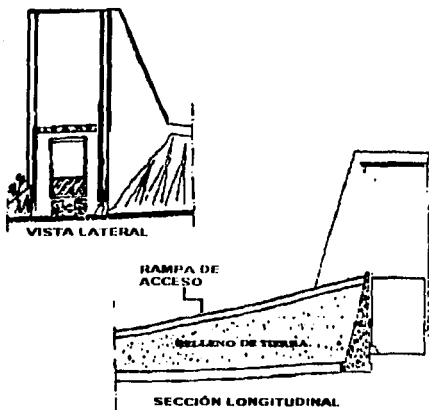
En este tipo de estaciones, los residuos sólidos contenidos en los vehículos recolectores son descargados directamente dentro del vehículo contenedor o de transferencia, para su traslado a los sitios de disposición final. Para ello, estas estaciones cuentan con rampas de acceso y con dos plataformas, una superior de descarga sobre la cual operan los vehículos recolectores, y una inferior de carga en la que operan los vehículos de transferencia. De esta manera, a través de tolvas "abocinadas" se hace la transferencia entre los vehículos antes mencionados.

Estas estaciones tienen una seria desventaja que es la imposibilidad de almacenar la basura, lo que exige que siempre haya un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos sólidos de los recolectores. En otras palabras, si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir la basura, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío.

Esta deficiencia comúnmente provoca filas de recolectores en la estación en las horas "pico", así como una mayor necesidad de vehículos de transferencia. Sin embargo, las estaciones de carga directa son muy empleadas en vista de su simplicidad y bajo costo de inversión.



**OPERACIÓN DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS "CARGA DIRECTA"**



## **Estaciones de carga indirecta**

En este tipo de estaciones, los residuos se depositan en una fosa de almacenamiento, o sobre una plataforma desde donde son cargados en los vehículos de transferencia, con equipos auxiliares.

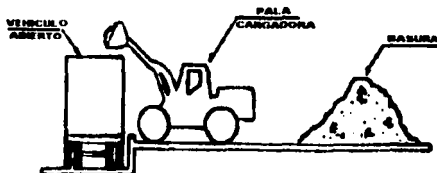
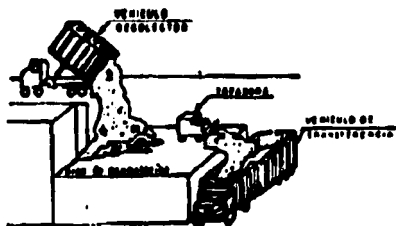
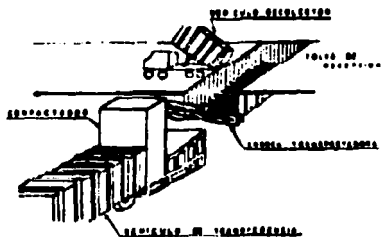
Los fosos pueden tener el sistema de fondo móvil con correas transportadoras que llevan la basura a una altura que permite cargar los vehículos de transferencia. Otro sistema es el que usa puentes-grúas para remover los residuos del foso y cargar los vehículos de transferencia.

Dependiendo del nivel del patio, se emplean diferentes equipos para mover los residuos y cargar los vehículos de transferencia. Si estos están debajo del patio, se utilizan topadoras de oruga, y en caso contrario se emplean palas cargadoras.

La más importante ventaja de estas instalaciones es que los recolectores nunca tienen que esperar para descargar sus contenidos, además de posibilitar la operación con una flota reducida de vehículos de transferencia puesto que los picos de llegada de los vehículos no influyen en el dimensionamiento de la flota.

La desventaja de este tipo de estación son la posibilidad de fallas electromecánicas que pueden afectar todo el sistema y la posibilidad de malos olores o insectos por causa de almacenamiento de basura.

**PLANTAS DE TRANSFERENCIA CON PISO DE ALMACENAMIENTO Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA**



FALLA DE ORIGEN

### **3.5. Principales componentes de las Estaciones de Transferencia.**

Las estaciones de transferencia son grandes reductoras de gastos al mejorarse los tiempos de transporte así, como dar facilidad para el manejo de los residuos, pero se necesitan realizarse inversiones en terrenos, en edificaciones y equipos, es decir, realizar gastos iniciales de inversión, gastos de operación, de reparación y de mantenimiento.

Para simplificar las operaciones en la planta se han desarrollado dos tipos, uno de descarga y empuje directo hacia los grandes remolques y el otro con pre-acondicionamiento, al que más nos vamos a referir es a este último, siendo también de operación cerrada, es decir, se realiza dentro de una edificación especialmente construida para estos fines.

Los puntos más importantes que hay que considerar para el diseño de la edificación de la estación son: la cantidad y características de los desechos sólidos recolectados y procesados, los tipos de vehículos transportadores y tipos de remolques, todo esto en concordancia con la vialidad existente o a ser ejecutada.

Los principales componentes de la estación serían:

- Áreas de maniobras y descarga de unidades transportadoras.
- Fosas de recepción o tolva de descarga.
- Mecanismo de compactación.
- Dispositivos de control de vehículos, de cargas por peso (balanza) en la recepción y en el despacho.
- Control de carga completa de los vehículos especiales de transporte (trailers).
- Control de tiempos de maniobras y de descarga.
- Control del tiempo de carga y de viajes.
- Dispositivos para acondicionamiento de los residuos y para separación de reutilizables y de rechazos.
- Áreas de maniobras y carga

A continuación se hará una breve descripción de algunos de estos componentes.

#### **Área de maniobras, de descarga y carga**

Es indispensable las áreas de maniobras para la descarga y carga de las diferentes unidades, una vez que se han efectuado, los controles de las unidades, de los pesos de

las cargas y, entregado las tarjetas de control y de verificación que pueden ser indispensables para las operaciones contables y estadísticas.

La balanza es un componente importante, ya que aparte de poder con la carga produce una señal para una lectura inmediata.

La carga de los remolques puede ser determinada de igual manera y en una forma impresa y legible, si estos diseños son ejecutados hábilmente se podría utilizar una sola balanza para todas las unidades y realizar economías.

### **Tolva de recepción**

Una fosa o tolva de recepción es necesaria para recibir las cargas de los residuos sólidos, los cuales deben de contar con una capacidad de al menos de dos veces la capacidad diaria instalada en la estación con tres turnos de operación, para subsanar el problema de almacenamiento por posibles interrupciones de funcionamiento en caso de emergencia y cuando se efectúe el mantenimiento o reparaciones mayores.

La longitud de uno de los lados de la tolva o fosa debe permitir descargas simultáneas de al menos dos unidades transportadoras, siendo el número óptimo de unidades descargando simultáneamente el contenido

El fondo de la tolva o fosa puede estar por encima del nivel máximo superior del dispositivo de alimentación del mecanismo hidráulico de compactación, con el objeto de evitar los traslados de residuos y la utilización de fuerza mecánica para la alimentación.

### **Mecanismos de compactación**

El mecanismo compactador, generalmente es hidráulico, puede compactar y empujar a los residuos sólidos con una placa o

mediante placa y piezas con movimiento recíproco y luego colocarlos directamente dentro los trailers, vehículos especiales de remolque con gran capacidad y auto-descargables, los cuales deberán tener la robustez necesaria para soportar sin deterioro tales operaciones en forma consecutiva. Pueden existir combinaciones excelentes desde el punto de vista de ingeniería, de mecanismos y de funcionamiento.

Han sido desarrollados equipos, dispositivos y mecanismos opcionales especialmente adaptados para cada necesidad o forma y conveniencia de operación.

#### **Dispositivo de control**

Muchos dispositivos de control son necesarios, pero todos pueden ser realizados por un solo operador a un tablero maestro de control. Los tiempos de operación continua, de descarga, de viajes, de unidades, los pesos de las cargas entrantes y salientes y otros datos son vitales para la evaluación de la operación de procesamiento y la interpretación estadística necesaria e indispensable.

#### **Dispositivos para separación de utilizables y de rechazo**

Pueden ser diseñados dispositivos para realizar manualmente la separación de reutilizables, pero esto obliga en la planta a comprometer áreas para los dispositivos y para almacenar, aunque sea temporalmente lo reutilizable, lo cual es costoso, agrega operaciones difíciles y puede degradarse el ambiente interior de la planta.

### **3.6. Funcionamiento de las Estaciones de Transferencia.**

Una vez que los camiones recolectores recogen la basura, se dirigen a la estación de transferencia, donde:

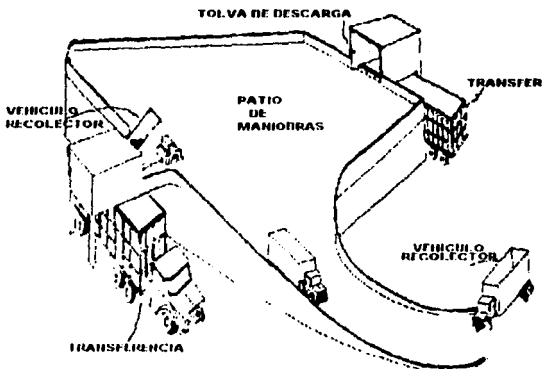
- Suben por una rampa a la plataforma de descarga.

- Realizan la maniobra para colocar su caja frente a una tolva.
- Vacían por gravedad la basura, a través de la tolva, a la caja del vehículo contenedor situado en un nivel inferior.
- Bajan de la plataforma de descarga por la rampa de salida, y,
- Regresan a sus áreas de recolección para continuar con la prestación del servicio.

Cuando cada vehículo contenedor recibe el volumen de basura de cinco camiones recolectores, sale de la estación rumbo a la planta de tratamiento o a los sitios de disposición final.

El funcionamiento de una estación de transferencia es simple y permite que el transbordo de la basura, de un camión pequeño a otro de mayor capacidad, sólo requiera del tiempo mínimo indispensable para la llegada, el vaciado y la salida.

Como puede observarse, una estación de transferencia no es lugar donde se almacene basura, se procesen o se industrialicen y, por supuesto no es un tiradero. Así, en una estación de transferencia no pueden realizarse "pepena" ni procesos que produzcan humos, olores o impactos negativos al medio ambiente.





### **3.7. Equipo de Transferencia.**

Los equipos de transferencia, o sea de transporte suplementario se clasifican en terrestres y acuáticos:

#### **a) Equipos Terrestres.**

El equipo de transferencia terrestre consta de dos partes principales: un tractocamión que es quién da la fuerza motriz para moverse de un sitio a otro y la caja que es el lugar donde se depositan los desechos y el cual consta de un sistema para la descarga de los mismos.

Pueden ser camiones con carrocería de gran capacidad (30 a 75 m<sup>3</sup>) que a su vez se clasifican en dos tipos básico: de carrocería abierta y de carrocería cerrada. Así mismo, también existen vagones para ser empleados cuando se utiliza la red ferroviaria, situación que normalmente se presenta cuando los recorridos son muy largos, por lo que esta opción resulta ser más económica que los sistemas anteriores.

Las cajas son comúnmente denominadas trailers, las cuales están fabricadas de una estructura metálica y pueden ser de dos ó tres ejes.

Estas cajas de transferencia pueden ser abiertas en toda la parte superior o bien estar completamente cerradas mediante el accionamiento de una tapa metálica una vez que la caja ha sido cargada.

#### **Camiones de carrocería abierta**

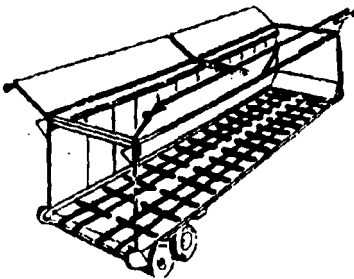
Estos camiones reciben la carga por arriba y la descargan por diferentes métodos. El más utilizado es el de volquete por equipo hidráulico, pero actualmente se están desarrollando otros sistemas utilizando un fondo móvil.

En algunas situaciones se utilizan camiones de carrocería fija y la descarga se hace por cables que se colocan cruzados dentro de la caja, antes de cargar la basura. Estos cables son halados por topadoras de oruga en los rellenos sanitarios que sostienen y tiran de sus extremidades. Otra solución mucho más sofisticada es el empleo de equipos sobre orugas que elevan los camiones hasta un ángulo que provoca la descarga de la basura.

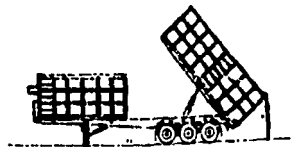
Los camiones de carrocería abierta se presentan en diversos tamaños. Actualmente los más utilizados son del tipo trailer (semiremolque) con cajas de hasta 75 m<sup>3</sup> y capacidad de transporte de 30 toneladas de residuos.

Los camiones abiertos están dotados de aparatos para cerrar la parte superior a fin de impedir la dispersión de residuos por la calle durante el desplazamiento del vehículo.

Estos aparatos pueden ser cuadrados de tela de alambre accionados manual o hidráulicamente, o toldos de lona.



**VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA CON FONDO MOVIL**



**VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA VOLCADOR**

### **Camiones de carrocería cerrada**

Por lo general estos camiones son del tipo trailer acoplado y generalmente tienen una capacidad máxima de 50 m<sup>3</sup>, transportando hasta 30 toneladas de basura compactada.

En la mayor parte de los casos la descarga se hace por medio de una placa de eyección impulsada por un cilindro hidráulico telescópico. El accionamiento de este

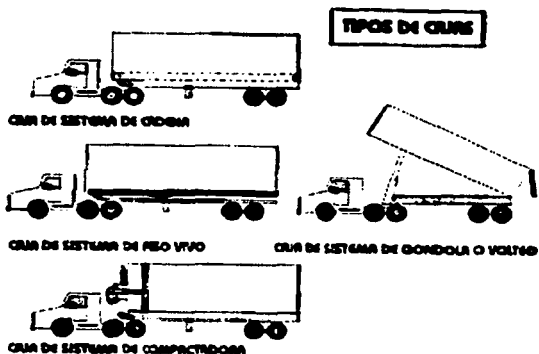
cilindro puede ser por medio del motor del camión tractor o de un motor auxiliar.

En estos camiones la higiene en el transporte de la basura está más garantizada, la descarga es más rápida, pero los costos de inversión y mantenimiento son superiores.

El sistema de carga de estas cajas ha sido siempre por la parte superior, aunque en los países tecnológicamente más avanzados, ya se pueden cargar por la parte posterior.

La diferencia principal de las cajas es el sistema de descarga, aún cuando todas se descargan por la parte posterior, el sistema de descarga puede ser:

- 1.- Por volteo, en llamadas caja tipo góndolas.
- 2.- Por el sistema de Pushing-out en las llamadas cajas abiertas.
- 3.- Por el sistema de cadenas en las llamadas cajas abiertas.
- 4.- Por el sistema de piso móvil en las llamadas cajas de piso vivo.



A continuación se dará una pequeña explicación de cada uno de ellos:

### **Cajas tipo góndolas**

Tienen una capacidad de 35 a 48 m<sup>3</sup> y cargan de 9 a 15 tons.

Consiste de una caja tipo comercial (granelera) a la que se le puede aumentar su altura y por consiguiente su capacidad, al adaptarse con lámina o madera sus paredes; permiten cargar en las tolvas de transferencia sin derramarse los desechos. La descarga se realiza utilizando el tradicional sistema de volteo.

### **Cajas tipo compactadoras**

Tienen una capacidad de 56 m<sup>3</sup> compactados y cargan 21 tons.

Este sistema consta de una placa móvil que es accionada por un pistón telescópico que corre sobre sus respectivas guías mediante un accionamiento hidráulico, lo cual hace que se compacte el contenido contra la parte posterior y al abrir la puerta funciona para descargar, el sistema hace uso para la activación del sistema hidráulico de un motor de combustión interna.

### **Cajas con sistema de cadena**

Tienen una capacidad de 70 m<sup>3</sup> y cargan 19 tons.

Este sistema está compuesto de cuatro cadenas separadas a distancias iguales y sobre estas se encuentran montadas unas soleras metálicas simulando una especie de cangilones, los cuales arrastran los residuos y los expulsan por la parte posterior, el sistema de accionamiento es hidráulico y mecánico a base de engranajes.

### **Cajas con sistema de piso vivo**

Tienen una capacidad de 70 m<sup>3</sup> y cargan 19 tons.

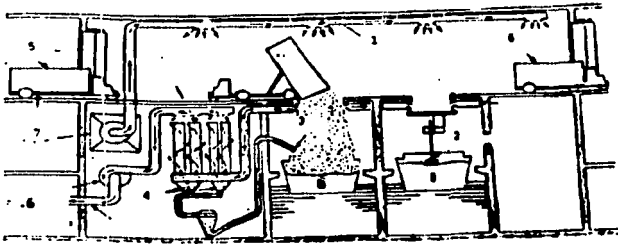
Este sistema consta de varias placas de 10 cm. de ancho a todo lo largo de la caja formando un piso de aluminio, las placas son accionadas en series de tres por un mecanismo de seis pequeños pistones que

los hace moverse alteradamente hacia la parte posterior y hacia el fondo con lo cual se efectúa la descarga.

## b) Equipos Acuáticos.

Consisten usualmente en barcasas que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición, sean plantas de tratamiento o rellenos sanitarios.

Las barcasas son impulsadas por remolcadores y tienen gran capacidad hasta de 1000 m<sup>3</sup>, como se muestra en la siguiente figura.



- 1.- DUCTO DE AIRE LIMPIO
- 2.- COMPACTADOR MÓVIL
- 3.- EXTRACCIÓN DE POLVO
- 4.- RECOLECTOR DE POLVO
- 5.- ENTRADA DE VEHÍCULOS
- 6.- SALIDA DE VEHÍCULOS
- 7.- VENTILADOR DE AIRE LIMPIO
- 8.- BARCAZA

Estos equipos se utilizan siempre que el transporte marítimo o hidroviario sea más económico que el terrestre.

Las inversiones para la implementación de este método son muy elevadas pues deben hacerse costosas instalaciones para proveer muelles con espacio para las operaciones de carga y otros, dotados de equipos especiales, para las operaciones de descarga. En este punto, se necesita hacer otro traslado a camiones que lleven los residuos a los sitios de disposición.

### **3.8. Sistema de Transferencia.**

Actualmente el sistema de transferencia esta integrado por las estaciones de transbordo, las cuales se describen a continuación:

Estación	Tipo de vehículo en operación	Año de construcción
1.- Azcapotzalco	Transferencias	1973
2.- Benito Juárez	Transferencias	1983
3.- Central de Abasto	Transferencias y contenedores	1984
4.- Cuauhtémoc	Transferencias	1979
5.- Coyoacan	Transferencias	1985
6.- Gustavo A. Madero	Transferencias	1974
7.- Miguel Hidaigo	Transferencias	1972
8.- Milpa Alta	Transferencias	1986
9.- Tlalpan	Transferencias	1991
10.-V. Carranza	Transferencias	1974
11.-Xochimilco	Transferencias	1986
12.-Alvaro Obregón	Transferencias	1992
13.-Central de Abasto II	Transferencias	1992

### **3.9. Evolución del sistema de transferencia.**

El sistema de transferencia ha evolucionado notablemente en los últimos años, esto significa un gran avance en los volúmenes transferidos pero también se ha hecho un gran esfuerzo en el diseño y funcionalidad de las instalaciones ya que se ha logrado la construcción de tres más y se está trabajando en la ampliación y/o remodelación de las estaciones existentes con el fin de que las instalaciones ayuden a controlar la problemática que se genera alrededor del movimiento producido por la operación de las mismas.

En la operación y manejo de las estaciones se están cuidando todos los detalles a fin de que estas instalaciones formen parte del entorno urbano sin afectarlo o bien inclusive se integren a un ambiente ecológico.

En el diseño de una estación de transferencia se debe partir de la premisa de que todas las funciones inherentes al transbordo de los desechos deben ser consideradas en el interior de la estación tratando siempre de disminuir el riesgo de impacto ambiental a su entorno.

En la nueva generación de las estaciones de transferencia se han incluido mejoras para ayudar a disminuir el impacto ambiental, tales como:

**Instalaciones amplias**

Son para que permitan albergar el suficiente número de vehículos recolectores en las horas pico, así como el encierro de los vehículos de transferencia en las horas no laborables.

**Instalaciones techadas y cerradas**

Esto es para evitar que las partículas que pudiesen volar en la descarga de los desechos queden contenidas en el área de trabajo y no en el exterior de la planta de transferencia.

**Sistema de aspersión**

Es la que forma una cortina de agua en la zona de tolvas para el control de los polvos y evitar que se propaguen más allá de la zona de descarga, para lo cual se utiliza un sistema hidroneumático alimentado por una cisterna que contiene agua tratada.

**Sistema de extracción y purificación de aire**

Esto es para asegurar de que el aire que retorna al ambiente esté limpio y libre de partículas e impurezas, además controla los gases producidos por los vehículos, ayudando también a tener un ambiente más adecuado para todo el personal que labora en estas instalaciones.

En lo referente a la operación se ha trabajado en tener una imagen institucional es decir, se ha uniformizado el color de los vehículos utilizados (gris con verde), y se lleva a cabo una estricta supervisión en diversos puntos que afecten las imagen de las transferencias, para esto se realizan actividades complementarias de limpieza intensiva tanto en las instalaciones, como en los vehículos utilizados para el transporte de los desechos. La imagen institucional se realiza al utilizar de manera obligatoria un uniforme de trabajo para todo el personal, ya sea de operación, supervisión y limpieza

Por otra parte el equipo que se utiliza para el transporte de los desechos debe cubrir requerimientos mínimos que garanticen el buen funcionamiento y calidad en la operación y las cajas que se utilizan para el transporte se cubren totalmente con lonas, con el fin de impedir que los desechos vuelen hacia afuera de la caja durante el recorrido.

Se podría decir que se ha alcanzado una muy buena cobertura del sistema de transferencia al transportar alrededor del 70 % de los desechos que se generan.

### **3.10. Ventajas de las Estaciones de Transferencia.**

El ahorro que se logra en el tiempo de transporte al Relleno Sanitario por parte de los vehículos de recolección, no es el único ni el principal elemento a considerar para definir el uso de una determinada estación de transferencia. En realidad los costos de operación, vienen a ser el principal concepto a considerar para optar por la construcción de dicha obra. El ahorro que se logra con una estación de transferencia sobre los costos debidos al transporte de los residuos sólidos, se debe principalmente a:

- El tiempo improductivo de transporte de los vehículos de recolección, se reduce debido a que ya no tienen que transitar hasta el sitio de disposición final con lo cual se logra un ahorro en los costos unitarios de operación.
- Los costos de mantenimiento de la flotilla de recolección llegan a reducirse, puesto que las unidades que la conforman, ya no tienen que transitar más hasta el sitio de disposición final, lugar en donde por lo general sufren daño las suspensiones, muelles, ejes y llantas, sobre todo en época de lluvias.

Una estación de transferencia también nos ofrece:

- Utilización más racional de la flota de recolección por la existencia de básculas en las estaciones de transferencia, ya que el registro de peso de los vehículos que conforman la flota, permite llevar a cabo una cobertura más homogénea y balanceada de las rutas de recolección, además de evitar sobrecargas en los vehículos, que pueden dañar tanto a los propios equipos, como al pavimento; así como detectar una probable sub-utilización.
- Un mayor control en la operación del recojo de la basura, ya que la construcción de una estación de transferencia, facilita el trabajo de los inspectores, puesto que es más fácil ubicar en las rutas a los vehículos que se encuentran en operación.



- Una mayor regularidad en el servicio de recolección de basura, por el mayor control ejercido sobre las unidades, así como por la disminución de la ocurrencia de desperfectos mecánicos de orden menor (pinchadura de llantas, afinaciones, etc.).

## **CAPITULO IV**

### **TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

#### 4.1. Definición.

El tratamiento de los residuos sólidos, es el conjunto de transformaciones físico-químicas que sufren los residuos sólidos como el producto de la aplicación de algún método en especial.

#### 4.2. Finalidad de los métodos de tratamiento.

El tratamiento que se les da a los desechos son con la finalidad de reutilizar algunos de sus subproductos o el de disponer de ellos.

Los métodos de tratamiento que se les da a los desechos sólidos tienen varias finalidades:

- 1.- Reducir el volumen de desechos sólidos.
- 2.- Reintegrar algunos productos a la vida útil.
- 3.- Obtener de algunos de ellos un beneficio.
- 4.- Disposición final.

Una vez concluido todo el desarrollo de la recolección y llevada la basura a la planta de tratamiento, es necesario que las personas que trabajan desde la recolección en la planta misma estén bien capacitados.

De acuerdo a la tecnología actual disponible es posible agrupar los tratamientos en dos grupos:

Sin recuperación de subproductos	Incineración	Convencional Alta temperatura Lecho fluidizo
Con recuperación de subproductos	Pepena Pirólisis Composteo Digestión anaeróbica Deshidratación y aprovechamiento de residuos orgánicos Oxidación, hidrogenación, hidrólisis	

Antes de que los residuos sólidos se sometan a tratamiento se hace una separación, esto es con el fin de obtener los materiales que puedan tener un valor económico y un potencial de reuso alto.

### **4.3. Técnicas de separación.**

Las técnicas de separación pueden ser: manuales o mecanizadas.

Las mecanizadas son las más importantes ya que tiene una gran variedad de métodos.

Estos métodos mecánicos para la separación pueden ser:

- Trituración-molido.
- Tamizado.
- Métodos basados en los factores que afectan el movimiento de las partículas (tamaño, forma, densidad, inercia).
- Magnéticos.
- Eléctricos.
- Ópticos.

Es necesario la separación como método de recuperación de recursos, por lo cual es de gran importancia y se hace indispensable su aplicación antes del tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos. Este método de separación está en función de las características físicas y químicas de los residuos.

Entrando en materia de los tratamientos que se realizan, tenemos:

### **4.4. Incineración.**

Este tratamiento es con el fin de eliminar a los residuos sólidos en su mayor totalidad, quedando de la incineración cenizas, escorias y materiales inertes que deben quedar depositadas adecuadamente en un relleno sanitario.

El objeto de la incineración es la combustión, que es la conversión de los distintos componentes de los residuos sólidos como son: papel, cartón, plásticos, materia orgánica, etc., resumiéndose a gases, escoria, cenizas y materiales inertes. Los productos principales de una combustión son: CO (anhídrido carbónico), agua, SO (anhídrido sulfuroso) y óxidos de nitrógeno.

Este tipo de tratamiento es muy costoso por lo que solo se recomienda para ciertas ciudades y para cierto tipo de residuos como son los hospitalarios.

En una planta incineradora se distinguen tres fases:

- a) Recepción de residuos, preparación y carga
- b) Combustión y extracción de escorias.

- c) Depuración de los gases de combustión y emisión o vertido de los mismos.

Los incineradores pueden ser de cuatro formas:

**Incineradores Domésticos**

Este tipo de incinerador se encuentra ya en desuso, en primera por el gran número de chimeneas contaminantes y la segunda porque la combustión es difícil, y contiene más desventajas que ventajas.

**Incineradores Pequeños Centralizados**

Generalmente se utilizan en instituciones hospitalarias pero no se le da un uso adecuadamente, tiene una capacidad de 50 ton/día.

**Grandes o Medianos Incineradores**

Este tipo de incineradores puede utilizarse para la eliminación de los residuos sólidos municipales y son de una capacidad a partir de 50 ton/día.

**Incineradores Mixtos**

Se utiliza para eliminar residuos sólidos e industriales.

Este tratamiento en condiciones controladas representa varias ventajas, como:

- El volumen de los residuos se reduce en un 80 a 90%.
- Los costos de transportación se reducen, si es que el incinerador se instala cerca del área de recolección.
- Requiere poco espacio.
- Puede reutilizarse el calor para otras actividades.

Y como desventajas, presenta:

- Problemas de contaminación del aire, si es que no se cuenta con el equipo adecuado de control, ya que por la diversidad que tienen los residuos sólidos, y al presentarse la incineración se provoca una serie de gases tóxicos y partículas que van a la atmósfera.
- Altos costos de operación.
- Se requiere personal calificado.
- Altos costos de mantenimiento.
- El carácter heterogéneo de los residuos hace que varíe el poder calorífico.

- Hay contaminación del aire, si es que no se efectúa el lavado de gases, pero si se lavan hay contaminación del agua.
- Los subproductos de comercialización susceptibles se destruyen.

#### **4.5. Pepena.**

Esta se caracteriza por obtener subproductos de los desechos sólidos como: cartón, papel, plástico, vidrio, aluminio, etc., esto tiene la finalidad de almacenarlos y ya juntada cierta cantidad de subproductos se venden para ayudar al sostenimiento económico del pepenador y su familia. Este método de tratamiento no necesita la tecnología avanzada compleja ni de aparatos sofisticados, ni de gente muy capacitada.

La pepena muchas veces se hace en el mismo camión que recolecta la basura, como es: la basura de los barrenderos, de algunas casas y de los comercios que hay en su ruta de recolección; esto es con el fin de ir a venderlos a uno de tantos negocios de "compra de desechos industriales" que hay en la Ciudad de México. Y después se dirige a una "Estación de Transferencia" en donde recibirá otra clasificación la basura, una vez separado el sobrante se deposita en un trailer y este se dirigirá al lugar de disposición final que tenga asignado.

#### **4.6. Composteo.**

Este tratamiento de residuos sólidos se efectúa por medio de la digestión bacteriana y se puede definir como la descomposición biológica de la materia orgánica contenida en dichos residuos, del cual se obtiene un humus estabilizado.

La producción de composta se realiza desde hace muchos años y es una de las tecnologías más conocida y avanzada.

Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, en presencia de aire.

La composta no es exactamente un abono, como comúnmente se cree, si no más bien es un regenerador orgánico del suelo y se puede utilizar para los siguientes fines.

- Mejoramiento de suelos desgastados o corrientes de materia orgánica.
- Mejoramiento de las características físicas de los suelos arenosos arcillosos.
- Mejoramiento de los cultivos finos como los de floricultura, fruticultura y otros.
- Uso para parques y jardines municipales.

- Agricultura en general.

Existen dos procedimientos fundamentales para la producción de la composta, en cualquiera de estos deberá ser aerobia, es decir, en presencia de aire.

### **1º.- Fermentación natural.**

Este procedimiento, después de molido y regado con agua, se coloca en pilas de 2m. sobre el área de fermentación. Durante el primer mes es removido cada 10 días y una sola vez durante los dos meses subsecuentes. La fase activa de la fermentación termina transcurridos los tres meses, quedando solo la maduración.

### **2º.- Fermentación acelerada.**

En digestores, se almacena en torres, cilindros o silos. Se le añade agua y se le inyecta aire y se pone en movimiento el producto. Con este procedimiento la fermentación se reduce a 15 días.

Este procedimiento es el más efectivo, pero sus inversiones son mucho mayores.

La planta de producción de composta tiene las siguientes instalaciones:

- Recepción de residuos sólidos.
- Tratamiento previo de separación de subproductos reciclables y de materias inertes.
- Tratamiento físico primario (trituration, cribado y clasificación). Este procedimiento se repite una vez que se ha producido la fermentación.
- Fermentación.
- Acondicionamiento del producto.

La ventaja más importante de este tratamiento es su concepción ecológica, ya que se devuelve una parte del material o de los residuos sólidos al medio ambiente en una forma compatible, además de la aportación de componentes húmicos. Otra ventaja es que los costos de instalación son moderados.

Y las desventajas que presenta, sin considerar las dificultades técnicas en el proceso son:

- La composta tiene poco valor como fertilizante y su utilización como alimento para animales ha sido poco analizada.

- Demanda supeditada al carácter cíclico de la agricultura.
- El precio de la composta es bajo, por lo que provoca balances negativos.
- No es el método más adecuado para la recuperación de materiales.
- Si no se produce adecuadamente el proceso, las fases que no fermentan no se separan bien y se presenta el problema de la no dispersión al aplicar la composta.
- Los costos de transportación dificultan su comercialización debido a los volúmenes necesarios.

#### **4.7. Pirólisis.**

Este tipo de tratamiento se le denomina a la descomposición de los compuestos orgánicos contenidos en los residuos sólidos efectuada a altas temperaturas (550-1100°C) en ausencia de oxígeno. Por este método la materia es convertida en gases, líquido y en material inerte. Los productos de este proceso representan un 50% del volumen inicial de la materia orgánica y puede ser convertida en energía fácilmente.

La pirólisis ha sido empleada ampliamente en la producción de carbón sintético, en la recuperación de metanol y ácido acético y en la recuperación de turpentina de la madera, considerando en todos estos casos materiales homogéneos para efectuar dicho proceso; sin embargo, la heterogeneidad de los residuos sólidos hace necesaria la investigación en plantas piloto previamente a su utilización en gran magnitud.

Las ventajas que presenta es que es posible controlar casi todos los gases emitidos, caso que en la incineración no es posible.

Y las desventajas pueden ser, por mencionar algunas:

- Si el residuo está húmedo se requiere una gran cantidad de calor para secarlo antes de que la pirólisis ocurra, por lo que los residuos deben estar finamente molidos para que el calor se distribuya uniformemente.
- Se requiere de personal calificado.
- Sus costos de operación son altos.

La pirólisis es de los métodos más prometedores, ya que se logra la recuperación de subproductos.



#### **4.8. Deshidratación y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.**

Este método es el más reciente relativamente, consiste en la cocción de los residuos orgánicos seleccionados para su posterior deshidratación, del cual se obtiene un subproducto de alta digestibilidad de acuerdo con la naturaleza del residuo sometido a tratamiento.

Tiene las siguientes ventajas:

- El sistema es de fácil operación.
- Y la recuperación casi absoluta del material alimentado, en forma de un subproducto estéril que puede ser aprovechado como alimento para animales.

Y la desventaja que presenta este método radica en el alto consumo de combustible que se utiliza para la cocción y deshidratación.

#### **4.9. Otros métodos.**

Existen otros métodos además de los mencionados para los residuos sólidos, los cuales están en etapa experimental, por lo que aún no hay resultados definitivos que permitan un análisis confiable. Entre los que se encuentran:

##### **a) Oxidación.**

Este método consiste en la oxidación de los componentes orgánicos de los residuos sólidos municipales, en disolución o suspensión acuosa, mediante oxidantes y oxígeno atmosférico a presión y temperaturas de 300 grados (°C).

El método se basa, en una degradación por oxidación, obteniéndose compuestos orgánicos sencillos, como ácidos orgánicos de bajo peso molecular (acético, fórmico, oxálico, etc.)

Este tratamiento es adecuado para residuos ricos en carbono y es muy prometedor ya que se obtienen como subproductos, ácidos orgánicos.

### **b) Hidrogenación.**

La hidrogenación de la celulosa de los residuos agrícolas y forestales y de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales, con monóxido de carbono y agua a 350-400°C de temperatura y presión de 300 atmósferas empleando diversos catalizadores, permite transformarla en productos orgánicos combustibles, con rendimientos por tonelada hasta de 320 litros de aceites ligeros.

Investigaciones realizadas permiten considerar la posibilidad de convertir cualquier residuo orgánico en combustibles líquidos con bajo contenido de azufre. .

Se pretende comercializar esta técnica.

### **c) Hidrólisis.**

Esta técnica transforma los residuos con alto contenido de celulosa en azúcares fermentables empleando ácidos a temperaturas elevadas. La formación de estos azúcares permite obtener alcohol etílico, ácido cítrico y abonos para la agricultura.

Este método se encuentra en etapa de investigación.

### **d) Fotodegradación.**

Este sistema se encuentra en etapa de investigación la cual estaría en función de la eliminación de los plásticos biodegradables o fotodegradables.

Estas funciones consisten en incorporar a los plásticos determinados productos y someterlos a la luz, para que se vaya degradando por la acción de la luz.

Estos son los diferentes tratamientos que se les puede dar a los desechos sólidos con el fin de reducir su volumen antes de llegar a la disposición final.

El sistema de tratamiento de los residuos sólidos es una de las actividades que utiliza una cantidad mínima de personal comparada con el manejo de los residuos sólidos, este sistema requiere de equipos e instalaciones muy tecnificadas y en ocasiones de alta sofisticación y mano de obra calificada. La demanda de equipos e

instalaciones es de alto desarrollo tecnológico, pudiendo generar un cierto impacto ambiental y una elevada inquietud poblacional.

## **CAPITULO V**

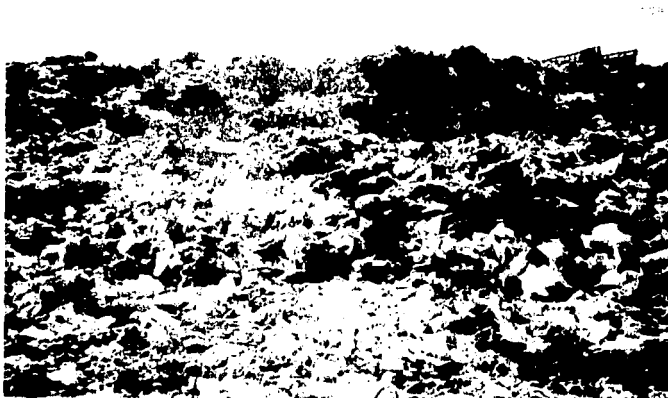
### **DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

## **5.1.- Definición.**

El sistema de disposición final deberá dar cabida a los residuos sólidos municipales generados por las diferentes actividades que se dan en todo asentamiento urbano, así como a los materiales producto del rechazo de cualquier instalación de tratamiento.

Existen en la actualidad dos tipos de disposición final uno es el de tiraderos a cielo abierto y el segundo es el de un relleno sanitario. En el caso de residuos sólidos peligrosos el tipo de confinamiento debe ser especial.

## **5.2.- Tiradero a cielo abierto.**



Los tiraderos a cielo abierto son la forma más generalizada de disposición final, en un tiempo fue eficiente pero como la ciudad creció sin ninguna planeación los tiraderos a cielo abierto también crecieron, haciéndose estos grandes focos de

contaminación, los cuales pudieron ser clausurados y una vez rehabilitados transformaron la imagen de la ciudad.

En 1982 existían siete tiraderos a cielo abierto, los cuales a la fecha se han ido clausurando, actualmente existe uno y en proceso de saneamiento.

Los tiraderos a los que hacemos mención son:

Santa Cruz Meyehualco destaca por su importancia y dimensión, que con una extensión de 150 hectáreas, llegó a construirse a lo largo de 50 años en un centro de influencia que condicionó el sistema de manejo de los desechos sólidos en su conjunto y representó uno de los principales focos de contaminación del ecosistema urbano, actualmente se ubican en esa zona dos parques recreativos.

San Lorenzo Tezonco fue clausurado en 1985, ocupaba el tercer lugar en importancia en el Distrito Federal, pues recibía alrededor de 2,000 toneladas diarias de basura.

En mayo de 1987 fue clausurado el tiradero a cielo abierto de Santa Fe, con una extensión de 60 hectáreas que durante 35 años constituyó un sitio tradicional de disposición final en el poniente de la ciudad de México.

En junio de 1994 se clausuró el sitio de disposición final Prados de la Montaña, ubicado al poniente de la ciudad de México, el cual contaba con una extensión de 24.6 hectáreas de las cuales 20 fueron aprovechadas para el depósito de los residuos y las cuatro restantes se dejaron como áreas de conservación. Dio servicio por siete años aproximadamente. El sitio cuenta con cerca de 50 pozos de monitoreo de biogás.

También se clausuraron los tiraderos de Tlalpan, Milpa Alta y Vaso de Texcoco

Estos tiraderos a cielo abierto ocasionaron alteraciones irreversibles en el sistema ecológico así, como un mal aprovechamiento de los productos contenidos en ellos, esto es en ciertas localidades del país.

En este tipo de tiradero se efectuaba la recolección, pero en una forma clandestina. Además trae como consecuencia, la alteración del paisaje, los cuales tienen efectos negativos al lugar, así como; de tener una mala disposición final o no se realiza adecuadamente, se generan ciertos problemas como:

- El depósito no controlado de los residuos puede dañar al suelo, depósitos, las aguas de los ríos y mantos acuíferos.
- Una mala disposición final, sobre todo con alto contenido de materia orgánica, provoca la proliferación de ratas, o insectos, que pueden ser

portadores de numerosas enfermedades, así como de sus malos olores.

- Los residuos en descomposición, generan calor y son fácilmente inflamables, con lo que se puede generar incendios que al no ser controlados se expanden a las áreas cercanas al depósito.

En poblaciones que no tienen ningún tipo de control sobre sus residuos sólidos, estos los depositan aire libre como son terrenos, barrancas, cañadas, etc., exponiéndose a contraer diversas enfermedades, ya sea por contacto directo o indirecto, a través de la descomposición orgánica de animales, contaminación del aire, del agua, de los alimentos, etc.

Los residuos sólidos depositados en tiraderos a cielo abierto, al descomponerse, emiten gases a la atmósfera, se filtran contaminantes en aguas subterráneas y se genera la proliferación de animales nocivos. En los residuos sólidos existe una gama de componentes químicos que al entrar en contacto con el medio ambiente puede contaminarlo de la siguiente forma:

<b>Aire</b>	Al ser quemado los residuos sólidos, los componentes químicos que contienen quedan depositados en el aire en forma de partículas, los cuales ocasionan un deterioro a la calidad del aire, además se desprenden gases, que al ser aspirados por los habitantes pueden ocasionarles enfermedades respiratorias.
<b>Agua</b>	Estos residuos al ser depositados en el subsuelo o suelo se filtran por medio del agua ocasionando la contaminación de los mantos freáticos subterráneos.
<b>Suelo</b>	Los desechos sólidos al tener contacto con el suelo, sus componentes químicos pueden llegar a afectar a las plantas y a los animales, contaminándose así los alimentos.

Posteriormente al proceso de clausura se ha llevado a cabo el saneamiento y regeneración del sitio, convirtiendo los antiguos tiraderos a cielo abierto en áreas verdes y parques recreativos. Actualmente se cuenta con 300 hectáreas en donde los procesos de rehabilitación han sido concluidos conformando las Alamedas del Oriente, del Poniente y del Parque Cuittláhuac.

### 5.3. Relleno Sanitario.



Esta forma de disposición final es actualmente la más utilizada ya que a diferencia del los tiraderos a cielo abierto esta se cubre con una capa de tierra al término del día.

Una definición muy completa de un relleno sanitario la da la "American Society of Civil Engineers" (A.S.C.E.), que dice:

"Relleno Sanitario es la técnica para la disposición final de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud y seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar a la basura en la menor superficie posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable. La basura así depositada, se cubre con una capa de tierra con la frecuencia necesaria por lo menos al fin de cada jornada".



Actualmente se tienen varios proyectos para rellenos sanitarios en diferentes partes del país. Algunos operan en terrenos que fueron tiraderos a cielo abierto y que están siendo restaurados, tal es el caso del tiradero de Santa Fe, en el Distrito Federal. Pero para que esto sea posible es necesario realizar varios estudios antes para la construcción y operación de rellenos sanitarios para evitar riesgos de contaminación ambiental a causa de ellos.

Para llevarse a cabo un proyecto de relleno sanitario se tiene que llevar a cabo una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la cual se presenta a la autoridad correspondiente una Manifestación de Impacto Ambiental. La cuál está contemplado en la "Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente", dentro de su reglamento en materia de Impacto Ambiental.

Es importante que se elijan las técnicas de evaluación y metodologías adecuadamente a este tipo de proyecto así como los factores que deben considerarse para saber si habrá o no impactos significativos a causa de él.

Este tipo de proyectos toma en cuenta:

- Área de procedencia de los residuos.
- Tasa de generación de residuos en la zona que cubrirá este servicio.
- Métodos de disposición que se han venido utilizando para los residuos provenientes de esa zona.
- Capacidad del terreno seleccionado.
- Cantidad y tipo de residuos que se recibirán diariamente en el relleno.
- Otras opciones de disposición final que existan para la zona.

Para el diseño de un relleno sanitario se debe basar en los siguientes factores:

### **1) Tipo de terreno.**

Se proporcionarán las especificaciones para definir los métodos de relleno sanitario en función de los diferentes tipos de perfiles de terreno.

Existen cinco diferentes tipos de perfiles de terreno, que de acuerdo a sus características se prestan para la construcción y operación del relleno sanitario y por su topografía se clasifican en:

#### **Plano**

En este tipo de terreno se presentan pequeñas pendientes, como son las mesetas y las llanuras (0 a 5% de pendiente).

<b>Ondulado</b>	Son aquellos en donde la pendiente no es continua, es decir, presentan partes planas y partes con una pendiente media, como lo son los valles (5 a 10% de pendiente).
<b>Escarpado</b>	Son aquellos que presentan una pendiente muy fuerte, como lo son las montañas, los cerros, las cañadas (su pendiente es mayor de 10%).
<b>Banco de material de préstamo abandonado</b>	Es aquel terreno abandonado que se uso como banco de material y que presenta grandes depresiones que pueden ir desde 5 a 15 m. de profundidad.

Una vez conocido el perfil del terreno disponible, se seleccionará el procedimiento constructivo y el método de relleno sanitario, que podrá ser de trinchera, área y/o una combinación de ellas.

## 2) Selección del sitio.

La selección del sitio se basará en los siguientes parámetros:

<b>Suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencia de infiltración del agua.</li> <li>- Potencia de transmisión del líquido percolado.</li> <li>- Capacidad de filtrado del suelo.</li> <li>- Capacidad de absorción.</li> <li>- Calidad para su uso como material de cubierta.</li> </ul>
<b>Agua Subterránea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad del manto freático.</li> <li>- Contenido de materia orgánica.</li> <li>- Capacidad de neutralización.</li> <li>- Potencial de dispersión.</li> <li>- Velocidad del agua subterránea</li> </ul>
<b>Aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirección y velocidad del viento dominante.</li> <li>- Número y ubicación de los habitantes cercanos al sitio del relleno.</li> </ul>
<b>Área</b>	Se especificará para cada topografía y para cada generación típica, el área necesaria para una vida útil recomendada de diez años.

**Otros**

Se especificará que requisitos son deseables en cuanto a:

- Ubicación.
- Viabilidad.
- Distancia a la población.
- Hidrología superficial.

Las condiciones que debe cubrir el sitio son:

- Ser de fácil y rápido acceso para los camiones recolectores.
- Permitir su utilización a largo plazo, de preferencia superior a diez años.
- Contar con una topografía tal que permita un mayor volumen aprovechable por hectáreas.
- Tener condiciones y características tales, que se protejan los recursos naturales.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población, debido a las molestias por la operación del mismo.
- Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

La selección del sitio es un proceso que deberá contemplar dos aspectos: El técnico y el de la tenencia de la tierra.

### **3) Estudio Geohidrológico.**

Se realiza este estudio para definir las limitaciones que el suelo y las condiciones geológicas puedan imponer el proyecto, para que los resultados sean compatibles con las normas de diseño, pues resulta fundamental conocer las propiedades físicas y químicas del material que servirá como:

- Base para el relleno.
- Cobertura del mismo.
- Base de caminos.
- Soporte de las obras civiles.

Así mismo permitirá conocer si la producción de líquidos percolados contaminantes o lixiviados, que se originan durante el proceso de estabilización

biológica de los residuos sólidos, ocasionarán la contaminación de los mantos freáticos y las aguas superficiales.

#### **4) Estudios del suelo y mecánica de suelos.**

Deberán presentarse los lineamientos para la elaboración de este tipo de estudios, de acuerdo con los requerimientos del diseño.

#### **5) Estudios topográficos.**

Se entregarán las especificaciones técnicas para la realización de estudios topográficos para las distintas condiciones de terreno, la Sedesol (antes SEDUE) proporcionará al contratista los lineamientos básicos.

Este estudio es fundamental para:

- Diseñar y planificar los frentes de trabajo.
- Ubicar los controles.
- Establecer métodos de operación.
- Determinar las capacidades volumétricas.
- Ubicar el material disponible para la construcción de terraplenes y la cubierta de los residuos sólidos.
- Planificar el sistema de control de la contaminación ambiental.
- Calcular la vida útil del relleno sanitario.

#### **6) Cálculo de la vida útil.**

Se presentarán las especificaciones para el cálculo de la vida útil para cada método de relleno sanitario, elaborando tablas para disposición de residuos de 50 a 500 ton/día, a cada 50 ton/día.

#### **7) Diseño de la celda diaria.**

Se proporcionarán las especificaciones para el diseño de la celda diaria y sus dimensiones son: altura, ancho del frente de trabajo y largo de la celda, así como también la pendiente de los taludes laterales de acuerdo con el ángulo de reposo de los residuos y el tipo de maquinaria a emplear.

Dichas dimensiones deberán presentarse en tablas que indiquen la altura, ancho y largo de la celda para el diferente tonelaje recibido, desde 50 hasta 500 toneladas por día, y para los siguientes pesos volumétricos: 500, 600 y 700 Kg/m<sup>3</sup>.

**8) Diseño de franjas.**

Se deberán proporcionar los lineamientos de diseño de las franjas componentes de cada capa de relleno, cuando proceda.

**9) Diseño de capas.**

Se establecerán los criterios de diseño para cada capa de relleno tomando en cuenta las pendientes que son necesarias para evitar infiltraciones de aguas pluviales.

**10) Material de cubierta.**

Se establecerán los lineamientos para determinar las características que debe tener este material y también se recomendará el espesor apropiado tanto para capas intermedias como para la cubierta final. Se calculará el volumen de material necesario para diferentes generaciones y métodos de relleno. Se indicará qué material o mezcla es preferible.

**11) Movimiento de tierras.**

Se deberá diseñar el relleno sanitario tratando de optimizar el movimiento de tierras, estableciendo criterios para aprovechar los bancos de préstamo existentes a bajo costo, elaborando tablas que indiquen las evaluaciones de costos en función de la distancia al banco de material.

**12) Impermeabilización.**

Se proporcionarán las especificaciones técnicas para conocer cuando hay que impermeabilizar la base del relleno, o bien cuando se requiere construir un sistema de

captación para líquidos percolados con el fin de prevenir y controlar la contaminación de los mantos freáticos.

También se deberán proporcionar las características de diferentes tipos de materiales idóneos para ser utilizados en la impermeabilización. Los parámetros para tomar en cuenta serán el régimen pluviométrico, suelo, profundidad y protección del manto freático.

### **13) Control de líquidos percolados.**

Se deberán aportar las especificaciones para el cálculo hidráulico del sistema de captación de líquidos percolados considerando la producción de los mismos para distintas infiltraciones de agua pluvial y a través de un periodo de 20 años.

También se deberán proponer diversas alternativas para el tratamiento de los mencionados líquidos percolados.

### **14) Monitoreo de lixiviados.**

Se aportarán las especificaciones técnicas tanto para el monitoreo de la calidad de los acuíferos como para el de los líquidos percolados. Especificarán técnicamente dos pozos, uno aguas arriba y otro aguas abajo del sitio donde se ubique el relleno sanitario, para vigilar si hay contaminación del acuífero.

Estos pozos profundizarán 2 m. dentro del acuífero y serán de asbestocemento o plástico ranurado y deberán proporcionarse planos tipo.

Se deberán especificar los tipos de análisis a realizar tanto para el acuífero como para el lixiviado.

### **15) Captación del biogas.**

Se deberán diseñar sistemas para la captación del biogas generado en el relleno sanitario como producto de la degradación biológica de los residuos sólidos, así como instalaciones para el monitoreo de dicho biogas.

## **16) Sistema de captación de aguas de escurrimiento.**

Para evitar que los escurrimientos pasen al área del relleno deberá realizarse el diseño de obras de protección y conducción de dichos escurrimientos, tomando como parámetro principal la intensidad de las lluvias.

## **17) Obras complementarias.**

Se deben aportar los diseños para:

- Caminos de acceso.
- Accesos y señalamientos.
- Cercas fija y móvil.
- Caseta de vigilancia.
- Oficinas generales e instalaciones sanitarias.
- Básculas.
- Cobertizo para equipo mecánico.

Considerando las distintas alternativas para cada una de las obras complementarias y presentando planos tipo y memorias de cálculo.

## **18) Equipo mecánico.**

Se presentarán diversas alternativas de equipo existente en el mercado, proporcionando las características técnicas de cada tipo de maquinaria que será utilizada, por medio de la elaboración de una tabla y de acuerdo a la capacidad del relleno y la cantidad de residuos a disponer.

## **19) Manual de operación.**

Se reglamentarán las obligaciones que a cada puesto o actividad correspondan al personal encargado y también cada una de las operaciones que se efectúen en el relleno desde la recepción hasta la disposición final de los residuos.

## **20) Análisis Financiero y Administrativo.**

Se deberán indicar los lineamientos para efectuar los análisis de cada uno de los siguientes aspectos:

<b>Inversión</b>	Se deberán presentar los métodos a seguir para efectuar un análisis del costo total e inversión del relleno sanitario.
<b>Costos de operación</b>	Se señalarán las técnicas para analizar los costos directos e indirectos, así como el costo por tonelada dispuesta y el costo por habitante servido.
<b>Sistemas tarifarios</b>	Deberán proporcionarse los elementos para efectuar el análisis de costos por tasa o tarifa.
<b>Sistema de administración, control y vigilancia</b>	Se proporcionará un sistema de administración, control y vigilancia en la operación de un relleno sanitario.

## **21) Especificaciones Complementarias.**

### **1.- Documentos.**

Al finalizar el proyecto la empresa deberá entregar a Sedesol (antes SEDUE) los siguientes documentos:

- Se presentarán 9 copias y un original de la memoria del proyecto como de los planos.
- Los planos se deberán presentar en escala gráfica en los tamaños oficiales y con el sello oficial, además deberán contener:
  - a) Croquis de localización.
  - b) Simbología.
  - c) Notas, datos del proyecto y conceptos y cantidades de obra cuando lo requiera.
- Los planos se deberán integrar en bolsas de plástico tamaño carta con el nombre del plano al pie de la bolsa.



- Se deberán presentar ante Sedesol informes mensuales de las actividades desarrolladas, así como llevar a cabo reuniones de evaluación cada quince días.
- El mecanografiado de la memoria se realizará a doble espacio.
- El empastado se presentará con cubierta dura color verde y en la que se indique el título del estudio o proyecto, así como el logotipo de Sedesol.
- El proyecto deberá ser aprobado previamente a su elaboración final.

El relleno sanitario es vital para el ordenamiento de los sistemas de control de RSM, sus detractores, la población en general y grupos ecologistas, llegarán a aceptarlos si se demuestra que no generan problemas de contaminación ambiental. Para ello se requiere que sea una instalación controlada que confine tanto al biogás como a los lixiviados, evitando que puedan migrar más allá del sitio de confinamiento.

Los rellenos sanitarios bien planeados y ejecutados tienen como:

**Ventajas:**

- Ser económico y flexible.
- La inversión de capital es mínima, siempre y cuando se utilicen grandes extensiones de terreno para que reciba grandes cantidades de residuo sólido.
- Pueden rehabilitarse terrenos abandonados o poco productivos.
- Acepta casi cualquier tipo de residuo sólido.

**Desventaja:**

- Que al tener un mal diseño y una mala ejecución ocasiona problemas ambientales que pueden ser naturales, sociales, económicos, etc.

La cantidad de basura que puede recibir un relleno está en función de su superficie, topografía, altura y las condiciones hidrológicas y geohidrológicas del sitio que permitan garantizar que el relleno opere satisfactoriamente.

Es factible que un relleno se selle y continúen los trabajos de clausura, mientras se opera con la parte complementaria, como es el caso de Prados de la Montaña, donde hay zonas que ya están clausuradas y otras que todavía reciben basura.

Dentro de la zona de tiro se cuenta con pozos perforados sobre la basura, con los cuales se extrae, ventea y combustiona el biogás de manera natural.

El control del biogás básicamente se lleva a partir de pozos de extracción y combustión en los sitios, adicionalmente se cuenta con un sistema periférico de pozos de monitoreo de biogás para detectar probables migraciones hacia las vecindades, que nos permitirán tomar otras precauciones como la extracción forzada de biogás.

El tiempo de degradación de la materia orgánica contenida en un sitio de disposición final puede llegar hasta 20 años y precisamente la DGSU toma medidas para dejar la infraestructura de monitoreo y control de los lixiviados y biogás, principales impactantes ambientales provocados por la basura.

Haciendo un resumen, el proceso de confinamiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios consiste en descargar la basura, compactarla, reducirla a su menor volumen posible y cubrirla con una capa de tepetate de 30 centímetros de espesor, hasta que se termine la vida útil del sitio y se proceda a los trabajos de clausura. Una vez que se clausura, se proyecta, (de acuerdo a la zona, topografía, clima, etc.), el uso final del sitio.

## **CAPITULO VI**

### **ALGUNAS GRANDES CIUDADES Y MÉXICO.**

## **6.1. Generalidades**

Los países de mayor concentración poblacional son grandes consumidores de insumos naturales procedentes de la agricultura, la pesca, la silvicultura y la minería, por lo tanto también productores de desechos y residuos sólidos, que por falta de alternativas prácticas y por sus costumbres optaban por depositarlos en valles, ríos, mares y aún dentro de las mismas ciudades.

El crecimiento demográfico y las actividades productivas y de servicios han generado volúmenes de desechos nunca antes vistos. La dificultad para recolectar, disponer y reciclar esos desechos es un reto para las sociedades de nuestros tiempos.

Cada país le da la importancia que cree merecer, o que sus políticas y reglamentaciones creadas le dictaminen, encontrándonos con una infraestructura desarrollada y técnicas tan heterogéneas que dan un resultado de eficacia diferente a sus aplicaciones.

Desde el sistema de recolección, los medios de transporte, el grado de reutilización o su disposición final, los métodos empleados para la disposición de los desechos sólidos varían enormemente país por país, ciudad por ciudad.

Algunos de los países a los que haremos mención son los siguientes:

## **6.2. Japón.**

En este país se han desarrollado técnicas y sistemas, los más avanzados y sofisticados sobre las disposición de desechos sólidos, integrando los sistemas de una manera que mediante instalaciones parecidas al alcantarillado, son recogidos los desechos desde los domicilios y por medio de sistemas de extracción del aire los concentran y a las vez los procesan, mediante diferentes sistemas, lográndose aprovechar la industrialización de casi el 100 %; por medio de altas compresiones construyen bloques los cuales con un tratamiento de cemento son utilizados para ampliar su zona territorial para construir viviendas.

En el Japón y en algunas otras ciudades de Estados Unidos se ha habituado a la población que de acuerdo al día de la semana es el tipo de residuo que se recoge, viéndose obligados con este sistema a tener que seleccionar sus desperdicios diariamente.

### **6.3. Ginebra, Suiza.**

En este país no hay problemas de desechos sólidos depositados accidentalmente en la vía pública, debido a que cuentan con depósitos exclusivos para la basura en las calles, el promedio de educación está dentro de los más altos del mundo, son trece los años de instrucción escolar. En los domicilios los envases son clasificados por colores en bolsas de plástico, los envases de cartón se reducen de tamaño con tijeras, los desechos orgánicos son envueltos herméticamente en bolsas de plástico y los materiales se almacenan por separado. Un miembro de la familia durante las actividades diarias transporta los materiales ya clasificados y los coloca en contenedores específicos a cada subproducto.

### **6.4. China.**

En este país por ejemplo, debido a la falta de recursos naturales y a los altos precios de los subproductos manufacturados se les otorga precios muy atractivos a los desechos, provocando con ello un pueblo poco generador de basura, teniendo para él un valor todo tipo de residuos ya que el único problema es llevar el residuo hasta los posibles usuarios. Existen además reglamentos específicos para este cuidado, como el hecho de prohibir comer alimentos en la calle, sobre la cantidad de empaque que deben poseer los productos, además de multas muy severas que se aplican a los peatones, dueños de predios, industrias y comercios que arrojen desechos sólidos en la vía pública. La principal razón extraordinaria es la cantidad de materiales que son reciclados tanto a nivel individual, comercial, institucional y hasta estatal.

En China y Suiza la existencia de basura en las calles es casi nula lo cual asombra a sus visitantes. En esta situación influye determinantemente la gran colaboración que presta al respecto la ciudadanía.

### **6.5. Francia.**

Desde los años 70's, Francia ha hecho evolucionar un sistema mecanizado, donde mediante contenedores de variadas capacidades, dispuestos en los inmuebles aproximando el depósito al volumen producido, depósitos que son herméticamente cerrados y que no permiten contaminación posible, los cuales son recogidos en días pre establecidos por camiones que automáticamente efectúan el vaciado de los contenedores.

Sistemas muy parecidos se desarrollan al igual en España, Alemania y Suiza.

## **6.6. Países de Latinoamérica.**

De manera contraria a este proceso en casi todos los países de América Latina poco se ha evolucionado al respecto, aún las técnicas representan un sustancial atraso y los métodos utilizados tanto en la recolección como en su disposición final no representan capacidad para atender el problema.

Es muy importante y conveniente tener conocimiento de los problemas más comunes de los servicios de aseo de América Latina. Los problemas más comunes que podríamos citar son los siguientes:

- Carencia de planes de programas.
- Recursos humanos insuficientes o mal aprovechados.
- Recursos físicos insuficientes o mal aprovechados.
- Legislaciones incompletas u obsoletas.
- Estructuras e instituciones débiles.
- Limitada autosuficiencia financiera.
- Aplicación de tecnologías inapropiadas.
- Poca importancia dada por parte de las autoridades.
- Limitada participación de la comunidad.
- Falta de coordinación intersectorial e intermunicipal.
- Expansión acelerada de zonas marginales.
- Amplia existencia de segregadores de basura.

La situación cambiante de las características y de la magnitud del problema de los residuos sólidos, es necesario realizar estudios o investigaciones aplicadas al desarrollo de tecnologías apropiadas con el fin de asegurar el aumento continuo de eficiencia y eficacia de los servicios de aseo.

Las áreas marginales y zonas rurales de Latinoamérica se convierten en áreas estratégicas de gran importancia para aumentar el nivel de servicios de salud de la gente menos favorecida. Sin embargo en estas áreas la metodología convencional no es aplicable desde el punto de vista técnico, económico y social.

Ciudades como Buenos Aires han iniciado un proceso de mejoramiento que las coloca con un mayor desarrollo en este servicio. Una de las principales causas que influyen para que se dé este rezago es el aumento y la concentración de la población urbana en una región, lo que provoca el aumento sustancial en las necesidades de infraestructura urbana y en general de todos aquellos elementos que tanto las ciudades nuevas como las existentes requerirán para poder subsistir, crecer

o desarrollarse, y de este modo intentar satisfacer las crecientes demandas, económicas, culturales, sociales y políticas de sus habitantes.

La preocupación de las naciones a ese respecto es generalizada y en nuestro país se ha establecido en los últimos años una política que pone particular énfasis en los mecanismos de control.

## **6.7. México en la Actualidad.**

La transformación que sufrió la sociedad mexicana que de agraria-industrial paso a industrial-agraria han agudizado enormemente el problema del manejo de los residuos sólidos municipales así como el elevado índice de crecimiento urbano, presentándose en este último las condiciones más graves y el mayor riesgo a la salud pública.

### **Generación.**

En 1994 la generación promedio de basura *per capita* fue de 0.893 kg/día. En los últimos años la basura paso de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa y parcialmente no biodegradable, el 51% sigue siendo materia orgánica.

En la ciudad de México se producían en 1950, 370 g. de basura *per capita*, y el tipo predominante era biodegradable. De 1950 a la fecha se ha incrementado considerablemente el volumen, y también se ha modificado su composición (cuadros 7 y 8), pasando de 5% de desechos no biodegradables a cerca de 30% de nuestros días. El volumen de generación *per capita* aumentó de 1950 a 1990 en 20% y la proporción de residuos no biodegradables se incrementó en este mismo periodo en 600 por ciento.

Se ha incrementado la generación de residuos sólidos peligrosos municipales en los últimos tiempos, en el cuadro 9 se puede apreciar la composición física de este tipo de residuos y las principales fuentes que lo generan. En el Distrito Federal (DF) cerca de 11 mil toneladas de residuos sólidos se generan actualmente al día, predominando los de composición orgánica con 41.23%. Los domiciliarios representan la principal fuente de generación ya que contribuyen con 48.13% del volumen total, en tanto que los comercios, servicios, especiales y áreas públicas participan con 51.87% restante. Si se considera el total de la ZMCM, el volumen asciende a cerca de 20 mil toneladas al día y para el año 2000 se calcula que se producirán 25 mil toneladas al día, de las cuales el 54% corresponderá al DF y el 46% a los municipios conurbados.

o desarrollarse, y de este modo intentar satisfacer las crecientes demandas, económicas, culturales, sociales y políticas de sus habitantes.

La preocupación de las naciones a ese respecto es generalizada y en nuestro país se ha establecido en los últimos años una política que pone particular énfasis en los mecanismos de control.

## **6.7. México en la Actualidad.**

La transformación que sufrió la sociedad mexicana que de agraria-industrial paso a industrial-agraria han agudizado enormemente el problema del manejo de los residuos sólidos municipales así como el elevado índice de crecimiento urbano, presentándose en este último las condiciones más graves y el mayor riesgo a la salud pública.

### **Generación.**

En 1994 la generación promedio de basura *per capita* fue de 0.893 kg/día. En los últimos años la basura paso de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa y parcialmente no biodegradable, el 51% sigue siendo materia orgánica.

En la ciudad de México se producían en 1950, 370 g. de basura *per capita*, y el tipo predominante era biodegradable. De 1950 a la fecha se ha incrementado considerablemente el volumen, y también se ha modificado su composición (cuadros 7 y 8), pasando de 5% de desechos no biodegradables a cerca de 30% de nuestros días. El volumen de generación *per capita* aumentó de 1950 a 1990 en 20% y la proporción de residuos no biodegradables se incrementó en este mismo periodo en 600 por ciento.

Se ha incrementado la generación de residuos sólidos peligrosos municipales en los últimos tiempos, en el cuadro 9 se puede apreciar la composición física de este tipo de residuos y las principales fuentes que lo generan. En el Distrito Federal (DF) cerca de 11 mil toneladas de residuos sólidos se generan actualmente al día, predominando los de composición orgánica con 41.23%. Los domiciliarios representan la principal fuente de generación ya que contribuyen con 48.13% del volumen total, en tanto que los comercios, servicios, especiales y áreas públicas participan con 51.87% restante. Si se considera el total de la ZMCM, el volumen asciende a cerca de 20 mil toneladas al día y para el año 2000 se calcula que se producirán 25 mil toneladas al día, de las cuales el 54% corresponderá al DF y el 46% a los municipios conurbados.



En el DF las delegaciones que presentan la generación más alta de RSM son Iztapalapa, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero, por lo que requieren una mayor atención en el servicio para cubrir la demanda de dichas zonas (Cuadro 10).

A nivel nacional la generación de residuos sólidos municipales fue de 80 746 ton/día, la distribución va de acuerdo con la magnitud de las localidades, esto nos indica que las poblaciones con menos de 100 mil habitantes que viene siendo el 53% de las localidades del país, generan un 52% de los residuos sólidos municipales esto es a nivel nacional, mientras que las localidades con más de 500 mil habitantes generan el 24 % de ellos.

La generación de residuos sólidos municipales a nivel nacional, ha tenido cambios tanto en composición como en volumen (cuadro 11), aparentemente el cambio en la composición y el volumen no es importante, sobre todo si se le compara con los valores registrados en otros países, sin embargo, en México, el problema de manejo y disposición ambientalmente adecuada de los residuos sólidos municipales se acentúa por dos factores: el volumen y la composición de los residuos sólidos municipales no es homogénea en todo el territorio nacional (cuadro 12), sino que responde a la distribución, hábitos y costumbres alimenticias, al nivel de consumo y al poder adquisitivo de la población distribuida en las diferentes regiones (cuadros 13 y 14); y a los sistemas responsables de recolección y disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales no siempre son diseñados para responder a las necesidades específicas para una ciudad o zona, lo que ocasiona que éstos presenten grandes deficiencias.

### **Manejo y disposición final.**

El establecimiento de un sistema integral para la gestión ambientalmente adecuada de los RSM (entendida como la recolección, el procesamiento y la disposición final de los desechos) implica:

<b>La generación</b>	El conocimiento de la cantidad y la composición de basura generada en la fuente.
<b>El almacenamiento temporal</b>	El área y el tiempo en donde la fuente almacena sus residuos.
<b>La recolección</b>	Determina rutas y frecuencias de visita a las zonas generadoras.
<b>El Transporte</b>	El equipo y materiales necesarios

para recolectar y trasladar la basura.

### **El tratamiento y el reciclaje**

Contar con tecnologías que permitan procesar la basura a fin de rescatar materiales que por su naturaleza sean aprovechables.

### **La transferencia**

En caso de que el sitio de disposición final se encuentre tan alejado de los centros generadores, los gastos de transportación de los RSM alcanzan niveles prohibitivos, es necesario establecer estaciones de transferencia.

### **La disposición final**

Áreas adecuadas para el establecimiento de rellenos sanitarios en donde se confinen los residuos.

Cada aspecto representa problemas específicos que pueden ser atendidos para orientar soluciones a nivel local, regional o nacional.

El sistema de recolección es la parte importante del manejo de los RSM y en algunas ocasiones llega a representar hasta el 80% de los costos totales que el municipio destina para resolver el problema.

El personal asignado al servicio de limpia en el DF, está integrado por cerca de 20 mil trabajadores entre barrenderos, choferes y ayudantes que llevan a cabo las tareas de recolección y barrido en una extensión aproximada de 17 mil kilómetros para lo cual cuenta con dos mil vehículos recolectores. Ante la necesidad de eficientar substancialmente la recolección, se puso en marcha, desde 1989, un programa de adquisiciones del parque vehicular en las 16 delegaciones.

En las ciudades de la República Mexicana se recolecta alrededor del 70% de dichos residuos, mientras que los restantes se abandonan en calles y lotes baldíos o se tira en basureros clandestinos y cauces de ríos, arroyos u otros cuerpos de agua urbanos, dando origen a otra problemática como variable de la contaminación ambiental.

En la actualidad existen 13 estaciones de transferencia ubicadas en las delegaciones Alvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Iztapalapa (Central de Abastos I y II), Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco.

Durante los 3 últimos años el sistema de transferencia se ha fortalecido con la construcción de tres nuevas estaciones y el mejoramiento de las ya existentes, incorporando conceptos ambientalmente compatibles para el control de ruido, polvo, partículas y microorganismos al medio, así como para la prevención y control de fauna nociva. Por ello, las nuevas estaciones son cerradas con paredes acústicas y sistemas hidroneumáticos para lavado y riego, así como con equipos para control de la calidad ambiental interior.

De esta forma se introducen los avances tecnológicos que alcanzan estándares internacionales, dando respuesta a las demandas de servicio y requerimientos ambientales de la ciudad de México.

Una práctica común en nuestro país ha sido la de disponer los residuos sólidos en basureros a cielo abierto, lo que ha tenido repercusiones en la calidad del aire, agua y suelo, así como en la salud de los habitantes, por las emanaciones de gases que producen malos olores e incendios, la generación de lixiviados y la proliferación de fauna nociva (cuadro 15).

La mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos municipales es el diseño y construcción de rellenos sanitarios, pero muy pocas ciudades cuentan con tales instalaciones o las que los poseen no necesariamente operan en condiciones sanitarias adecuadas (cuadro 16).

En Ciudad de México la disposición final se sustenta fundamentalmente en la técnica de relleno sanitario, para esto existen dos sitios ubicados en el poniente y oriente de la ciudad, donde se dispone cerca de 90% de los residuos sólidos del total generado. El relleno sanitario Bordo Poniente ubicado en la zona federal del Lago de Texcoco recibe el 50% de los residuos que se generan en la zona metropolitana, en tanto el sitio Santa Catarina en el oriente de la delegación Iztapalapa recibe el restante que es el 40%.

Sobre la clausura de tiraderos a cielo abierto, cabe señalar que en 1982 existían siete, de los cuales a la fecha queda solamente uno y en proceso de saneamiento.

Posteriormente al proceso de clausura se ha llevado a cabo el saneamiento y regeneración del sitio, convirtiendo los antiguos tiraderos a cielo abierto en áreas verdes y parques recreativos. Actualmente se cuenta con 300 ha. en donde los procesos de rehabilitación han sido concluidos conformando las Alamedas del Oriente, del Poniente y del Parque Cuicuilhuac.

Estos sitios de esparcimiento y recreación tienen una amplia infraestructura deportiva, extensas áreas reforestadas, zonas de convivencia y han adquirido relevancia en el contexto urbano tanto por su impacto en el mejoramiento del ambiente como en el paisaje del entorno.

## Tratamiento y reciclaje.

La clasificación de las fuentes generadoras de residuos que integran las diversas actividades de la vida urbana, en cualquier localidad está en función de la cantidad y del tipo de residuos que generan. Esta forma de agruparlos da pauta para determinar sus características intrínsecas, obteniendo parámetros cualitativos, lo cual permite contar con indicadores que orienten a las diversas alternativas de tratamiento por tipo de residuo, así sea de establecer un manejo más adecuado (cuadro 17).

En el cuadro 18, se presenta la composición física promedio en el DF, a nivel domiciliario, en la que se indican aquellos subproductos que son factibles de ser reciclados, así como la composición física promedio de los RSM generados a nivel municipal.

Considerando que uno de los parámetros más importantes de conocer es el peso volumétrico de los residuos, para el diseño de contenedores y áreas de almacenamiento, en la gráfica 3 se presenta el peso volumétrico por fuente considerada en la ciudad de México.

Otro aspecto importante, principalmente para definir la vocación de los residuos para su aprovechamiento, es la caracterización físico-química de los residuos, por lo que a partir de 1984 se ha iniciado una serie de estudios para definir los parámetros físicos-químicos de los subproductos contenidos en los residuos sólidos, los resultados de esto se muestran en el cuadro 19, lo que nos lleva a la definición de la clasificación que se muestra en el cuadro 20, para el aprovechamiento integral de los residuos.

El reciclaje de la basura representa una práctica que se ha venido realizando con el concurso de pepenadores, principalmente durante el proceso de recolección y en los sitios de disposición. Lo primero que se recupera son los materiales de alta calidad y valor, que se generan en cantidades apreciables como residuos, puesto que requiere un mínimo de procesamiento o cumplen adecuadamente con las especificaciones del comprador o son los que generan los precios más altos; el incremento en la demanda de este tipo de productos ha ocasionado un incremento en su recuperación (cuadro 21).

La eficiencia de la separación de la basura que llevan a cabo los pepenadores se estima en 6% y puede incrementarse hasta el 12% con la instalación de bandas transportadoras en los sitios de tratamiento y confinamiento de los RSM en el país (gráfica 1); aplicando tecnologías más avanzadas la recuperación de materiales podría ser significativa. Cabe señalar que los municipios no se benefician de los ingresos resultantes de la pepena y el reciclaje de los materiales recuperados a través de ese proceso.

En septiembre de 1992, se puso en marcha en Morelos el Proyecto de Reciclaje de Tlayacapan, el cual consistió en impulsar una empresa de carácter social que obtuvo la concesión del municipio para el manejo y aprovechamiento de los desperdicios orgánicos e inorgánicos. Su estrategia de funcionamiento se basa en la clasificación y separación de la basura en la fuente y apoya, con los recursos que se obtienen, tareas de beneficio comunitario.

Diversas iniciativas de este tipo se están desarrollando en otros lugares del país como Españita, Tlaxcala, y Juchitán, Oaxaca. En Ciudad Juárez, Chihuahua, fue concesionado el manejo y venta de residuos a una organización de pepenadores y en Tecate, Baja California, mediante el Programa Escuela Digna, los niños concentran y venden botes de aluminio para su reciclamiento y los ingresos obtenidos se destinan al mejoramiento de sus escuelas.

En la mayoría de las ciudades no se tiene identificada la cantidad ni la composición de la basura que genera la población y la industria, lo cual es un elemento indispensable para la adecuada planeación del servicio. La contaminación de los materiales reciclables con materia orgánica dificulta su recuperación, de ahí que se requiera promover una separación de la basura desde la fuente generadora y durante la recolección.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, por Conducto de la Dirección General de la Industria Mediana y Pequeña y de Desarrollo Regional, promueve el Programa "Bolsa de Residuos Industriales" que constituye un eficaz instrumento para alentar su aprovechamiento ya que se trata de un mecanismo de enlace entre oferentes y demandantes. Los objetivos de la Bolsa son contribuir al mejor aprovisionamiento de materias primas y a la disminución de la contaminación ambiental, a través de proporcionar información sobre la oferta y demanda de residuos, sin fines de lucro.

cuadro 7

**Evaluación de la generación y proporción no biodegradable de los residuos sólidos municipales en el Distrito Federal**

Año	Generación per capita g/habitante	Proporción no biodegradable (%)
1980	370	6
1983	1 000	30

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984

cuadro 8

**Composición porcentual de residuos**

Subproducto	Porcentaje en peso
Cartón y papel	23.42
Metales	3.56
Vidrio	7.44
Textiles	1.22
Plásticos	10.91
Orgánicos	41.23
Otros	12.23

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984

cuadro 9

**Clasificación de los residuos sólidos municipales considerados como peligrosos**

Fuente	Origen específico	Tipo de residuo
Doméstico	Unifamiliar Plurifamiliar	Algodón
		Gases
Manejo especializado	Unidades médicas	Vendas
		Químicos
	Laboratorios	Lubrificantes
		Insecticidas
	Veterinarias	Baterías portátiles
		Residuos de pintura
	Transporte terrestre	Selladores
		Solventes
	Transporte aéreo	Anticoagulantes
		Ácidos y sales
	Centros de readaptación	Asbestos
		Baterías de carro
	Instituciones militares	Especiales
		Fármacos diversos
		Cosméticos y similares
		Residuos de laboratorio
		Lodos
		Residuos indefinidos
		Peligrosos
		Infecciosos
		Químicos
		Fármacos mezclados
		Solventes
		Ácidos y sales
		Lubrificantes y selladores
		Baterías
		Pinturas

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984

cuadro 10

## Generación de RSM por tipo de fuente en el Distrito Federal

Delegación	Población	Domicilios	Comercio	Servicios	Especiales	Áreas públicas	Otros	Total	%
A. Obregón	644 841	376 200	83 600	59 818	13 267	55 000	22 000	609 885	5.54
Azcapotzalco	474 985	286 000	120 450	81 504	21 154	86 900	15 400	611 408	5.56
Benito Juárez	407 731	229 900	158 400	133 762	23 102	24 200	13 200	582 528	5.30
Coyoacán	718 081	443 300	87 010	60 970	12 092	7 700	24 200	635 272	5.78
Cuajimalpa	154 291	71 500	15 620	11 272	1 230	7 700	4 400	111 722	1.02
Cuauhtémoc	595 972	360 800	545 710	388 132	41 965	86 900	19 800	19 800	13.12
G. A. Madero	1 337 017	830 500	304 700	98 598	35 662	118 800	42 900	1 431 160	13.01
Iztacalco	448 357	250 800	100 870	47 352	17 757	86 900	15 400	519 079	4.72
Iztapalapa	1 683 471	1 023 000	726 330	78 204	13 455	94 600	55 000	1 990 589	18.10
Magdalena Contreras	256 833	138 600	25 740	68 304	1 452	7 700	7 700	249 496	2.27
M. Hidalgo	406 693	301 400	177 980	81 581	27 396	102 300	13 200	703 857	6.40
Milpa Alta	71 664	38 500	13 200	6 031	1 209	7 700	2 200	68 640	0.63
Tláhuac	266 288	134 200	26 510	26 400	2 311	7 700	7 700	204 821	1.86
Tlalpan	659 018	319 000	37 180	51 909	21 145	7 700	17 600	454 534	4.13
Venustiano Carranza	519 606	317 900	634 700	41 957	41 751	78 100	17 600	1 132 008	10.29
Xochimilco	322 581	172 700	40 700	17 710	2 783	7 700	9 900	251 493	2.29
<b>Total</b>	<b>8 967 349</b>	<b>5 294 300</b>	<b>3 098 700</b>	<b>1 253 488</b>	<b>277 732</b>	<b>787 600</b>	<b>288 200</b>	<b>11 000 000</b>	<b>100.00</b>
% de participación		48.13	28.17	11.40	2.52	7.16	2.62	100	

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984

cuadro 11

## Evolución de la generación y composición de los R S M en México\*

Composición	Unidad (ton)	Años			
		1981	1982	1993	1994**
Papel, cartón, productos de papel	1 000	2 983.47 (14.07%)	3 080.83 (14.07%)	3 952.20 (14.07%)	2 146.77 (7.8%)
Textiles	1 000	313.83 (1.48%)	327.32 (1.48%)	418.53 (1.48%)	439.14 (1.6%)
Plásticos	1 000	922.53 (4.38%)	982.18 (4.38%)	1 230.32 (4.38%)	1 290.89 (4.6%)
Vidrios	1 000	1 242.88 (5.80%)	1 298.08 (5.80%)	1 657.28 (5.80%)	1 738.87 (6.32%)
Metales	1 000	608.75 (2.90%)	635.98 (2.90%)	813.19 (2.90%)	853.23 (3.1%)
Basura de comedas, jardines y materiales similares (orgánicos)	1 000	11 038.88 (52.40%)	11 510.99 (52.40%)	14 718.82 (52.40%)	15 443.56 (56.21%)
Otro tipo de basura variada: residuos finos, hule, pañal desechable, etc.	1 000	3 973.41 (18.87%)	4 144.17 (18.87%)	5 299.09 (18.87%)	5 559.98 (20.23%)
Total		21 082.33 (100.00%)	21 987.53 (100.00%)	28 086.54 (100.00%)	27 472.44 (100.00%)

\* Valores estimados

\*\* Valores a julio de 1994

Fuente: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano. Sedesol, 1994.



cuadro 12

## Composición porcentual por zonas de los residuos sólidos municipales

Subproductos	Fronteriza	Norte	Centro	Sur	ZMCM
Cartón	2.07	4.28	3.00	2.51	9.5
Residuos finos	3.22	9.71	3.15	3.42	1.96
Hueso	0.52	0.59	0.94	0.81	0.14
Hule	0.71	0.78	0.90	0.31	0.66
Lata	2.15	2.46	1.36	1.85	1.70
Material ferroso	0.51	0.46	0.86	1.30	1.14
Material no ferroso	0.22	0.57	0.45	0.72	0.70
Papel	13.56	9.17	11.15	11.45	ND
Pañal desechable	10.62	2.59	7.40	5.39	0.51
Plástico película	4.09	3.79	2.15	6.72	3.62
Plástico rígido	1.93	2.38	1.27	1.71	3.75
Residuos de jardín	12.53	7.48	27.33	37.74	3.54
Residuos alimenticios	33.99	37.56	24.03	16.53	24.07
Trapo	3.58	1.94	1.29	0.60	0.57
Vidrio de color	2.74	3.36	1.86	2.50	2.90
Vidrio transparente	2.91	4.27	4.15	2.90	4.18
Otros	4.65	6.61	6.71	3.34	5.44
Totales	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	*

ND: no disponible.

\*: no totaliza el 100% por incluir otros subproductos.

Fuente: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994.

cuadro 13

## Volumen estimado de generación de R S M por zona a nivel nacional 1993

Zona	Número de Habitantes	Generación kg/hab/día	Toneladas diarias	Toneladas anuales	%
Fronteriza	5 272 031	0.956	5 041	1 839 971	6.56
Norte	17 728 029	0.889	15 764	5 763 774	20.48
Centro	42 221 759	0.787	33 237	12 131 494	43.19
Distrito Federal	8 870 219	1.249	11 081	4 044 483	14.4
Sureste	13 930 219	0.85	11 835	4 319 817	15.38
Promedio		0.874			
Totales	88 023 336		76 958	28 089 539	100

Fuente: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994.

cuadro 14

## Volumen estimado de generación de R S M por zona a nivel nacional 1994

Zona	Número de Habitantes	Generación kg/hab/día	Toneladas diarias	Toneladas anuales	%
Fronteriza	5 424 020	0.976	5 294	1 932 403	6.58
Norte	18 231 339	0.908	16 552	6 041 387	20.5
Centro	43 364 686	0.804	34 854	12 721 546	43.18
Distrito Federal	9 092 053	1.275	11 598	4 232 652	14.36
Sureste	14 353 185	0.867	12 451	4 544 451	15.42
Promedio		0.893			
Totales	90 465 283		80 746	29 472 439	100

Fuente: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994.

cuadro 15

**Situación del manejo y disposición final de los residuos  
sólidos municipales 1984**

	Volumen ton/día	%	Miles ton/año
Generación de residuos estimados	80 745		29 472
Eficiencia de los sistemas:			
- Recolección	56 522	70,00*	20 631
- Relleno sanitario	13 859	17,16	5 050
- Tiradero a cielo abierto*	66 887	82,84**	24 414

\* Del total generado 70% se recolecta.

\*\* Del total recolectado 75,5% más los no recolectados dan 82,84% que se disponen en: rellenos no controlados, tiraderos a cielo abierto y clandestinos sin ningún control sanitario.

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente, Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1984.

cuadro 16

**Relación de rellenos sanitarios existentes actualmente en el país  
(habitantes con el servicio, según la etapa indicada)**

Localidad	Operación*	Construcción*	Proyecto*
Agua Calientes, Agu.		568 489	
Mexicali, B. C.			647 710
Cd. del Carmen, Camp.			212 820
Campeche, Camp.			162 239
Piedras Negras, Coah.			109 217
Torreón, Coah.			519 128
Colima y cuatro municipios, Col.	234 174		
Manzanillo, Col.	115 048		
Tecomán, Col.	89 234		
Tapachula, Chis.			220 353
Cd. Juárez, Chih.	837 086		
Chihuahua, Chih.	575 808		
Durango, Dgo.		451 162	
Distrito Federal (3)	9 092 053		
Irapuato, Gto.			327 895
León, Gto.			943 041
Pachuca, Hgo.			162 900
Puerto Vallarta, Jal.			120 927
Cuernavaca, Mor.			501 172
Tepic, Nay.	234 237		
Monterrey y conurbados, N. L.	2 145 573		
Querétaro, Qro.			570 428
Cancún, Q. Roo.		253 986	
Chetumal, Q. Roo.	105 946		
Mazatlán, Sin.			361 663
Nogales, Son.	112 418		
San Luis Río Colorado, Son.			117 637
Metamoras, Tamps.			317 444
Nuevo Laredo, Tamps.			232 013
Acuamanala de M. Hidalgo y 8 municipios, Tlax.		173 337	
Chiautempan y cinco municipios, Tlax.			139 454
Huamantla y tres municipios, Tlax. (seis).	81 451		
Nanacamilpa de M. Arista y dos municipios, Tlax. (cuatro).	57 094		
Panotla y seis municipios, Tlax. (uno)	188 675		
Tetla y cinco municipios, Tlax. (cinco).	119 288		
Coatzacoatlán, Ver.			37 658
Córdoba, Fortín y Amatlán, Ver.			250 957
Cosoleacaque, Ver.			50 293
Ixtaczoquitlán, Ver.			48 343
Jaltipán, Ver.			42 640
Medellín, Ver.			32 368
Camerino Z. Mendoza, Ver.			38 635
Minatitlán, Ver.			240 234
Nogales, Ver.			30 254
Orizaba, Ver.			130 885
Papantla, Ver.			174 579
Poza Rica, Ver.			161 366
Veracruz-Boca del Río, Ver.			525 189
Yanga, Ver.			18 334
Totales	13 986 085	1 446 974	7 448 052

\* Población determinada con base a los resultados obtenidos en el Censo de 1980 y las tasas de crecimiento establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1980.

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la preservación del Medio Ambiente. Sedesol, 1984.

## Generación unitaria de rellenos sólidos municipales

Fuentes generadoras	Subclasificación	Generación unitaria
Domiciliarios	Unifamiliar	0,689 kg/hab/día
	Plunifamiliar	0,772 kg/hab/día
Comercio	Tiendas de autoservicio	2,527 kg/empleador/día
	Tiendas departamentales	
	Con restaurante	1,468 kg/empleador/día
	Sin restaurante	0,766 kg/empleador/día
	Locales comerciales (diversos)	2,675 kg/empleador/día
	Mercados	
	Comunes	2,143 kg/local/día
	Especiales	3,350 kg/local/día
Servicios	Restaurantes y bares	0,850 kg/espectador/día
	Hoteles y moteles	1,035 kg/huésped/día
	Centros educativos	0,058 kg/alumno/turmo
	Centros de espectáculos y recreación	
	Cines	0,012 kg/espectador/función
	Estadios	0,054 kg/espectador/evento
	Oficinas	0,179kg/empleador/turmo
Especiales	Terminal Terrestre	2,418 kg/pasajero/día
	Terminal aérea	5,177 kg/pasajero/día
	Reclusorio	0,538 kg/interno/día
	Unidades médicas	
	Nivel 1	1,279 kg/consultorio/día
	Nivel 2	4,730 kg/cama/día
	Nivel 3	5,580 kg/cama/día

Fuentes: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1994.

cuadro 18

### Composición física promedio de los residuos sólidos municipales

Subproductos	Domiciliarios Peso (%)	Municipales Peso (%)
Abatelenguas	-	0.04
Cartón	2.25	1.38
Cuero	4.91*	5.65*
Envases de cartón	0.13	0.09
Fibra dura vegetal	0.08	0.46
Fibra sintética	1.58	0.84
Gasa	-	0.08
Hueso	0.09*	0.16*
Hule	0.2	0.37
Jeringa desechable	-	0.08
Lata	2.61*	1.54*
Loza y cerámica	0.47	0.31
Madera	0.13	0.63
Material de construcción	0.57	2.95
Material ferroso	1.33*	1.45*
Material no ferroso	0.07*	0.56*
Papel bond	2.72*	4.74*
Papel periódico	5.33*	5.14*
Papel sanitario	8.42	5.57
Pañal desechable	3.16	1.58
Placas radiológicas	-	0.01
Plástico película	5.66	4.78*
Neopreno (llantas)	-	-
Plástico Rígido	4.15*	3.35*
Poliuretano	0.17	0.17
Poliestireno expandido	0.77	0.56
Residuo alimenticio	32.36	36.40
Residuo de jardinería	5.57	4.83
Toallas sanitarias	-	0.03
Trapo	0.56	0.37
Vendas	-	0.01
Vidrio de color	4.35*	2.84*
Vidrio transparente	6.14*	4.60*
Residuo fino	1.39	2.63
Otros	2.09	3.47
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

\* Residuos reciclables

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1994.

Cuadro 19

### Características físico-químicas de los R S M generados en diversas fuentes

Parámetros físico-químicos	Tipos de fuentes generadoras				
	Domiciliarios	Comercios	Servicios	Especiales	Áreas públicas
Humedad (%)	36.65	46.78	50.08	48.04	7.2
Cenizas (%)	20.82	4.8	12.97	6.73	25.14
Poder calorífico superior (%)	3 461.80	2 885.00	3 895.00	3 371.00	4 911.00
Materia orgánica (%)	69.28	37.25	33.1	91.73	74.69
Carbono (%)	40.2	21.61	19.2	52.68	43.41
Hidrógeno (%)	4.62	2.48	2.21	6.95	4.99
Oxígeno (%)	21.79	12.68	7.13	31.04	22.02
Nitrógeno (%)	2.67	0.48	4.56	1.08	4.27

Nota: Valores en base seca.

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984.

Cuadro 20

## Clasificación de los residuos sólidos con base en su vocación

Reutilización y Reciclo	Redes para Manufacturas Alternas	Aprovechamiento de Residuos Alimenticios y Similares	Recuperación de energía	Confinamiento
Cartón Lata Material ferroso Material no ferroso Papel Papel periódico Plástico de película Plástico de película Plástico rígido Plástico rígido Vidrio de color Vidrio transparente	Lata y cerámica Material de construcción Papel Papel periódico Plástico de película Neopreno (látex) Plástico rígido Hule Poliestireno PVC PET	Hueso Residuo alimenticio Residuos de jardinería	Algodón Cuero Envases de cartón Fibra dura vegetal Fibra sintética Gasa Madera Papel sanitario Papel desechable Trapo Cartón Papel Papel periódico	Abalorios Jeringas Toallas sanitarias Ventas, Otros Baterías Medicamentos

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Departamento del Distrito Federal, 1984

## Acciones en materia de gestión de los residuos sólidos urbanos municipales 1989-1994

Proyecto y obra	Ubicación	Monto contratado (M\$)	Inicio	Término	Beneficio social <sup>1</sup>
Diagnóstico y evaluación de la situación recolección y disposición de residuos sólidos en ciudades medias	Nivel nacional	144 740,44	11/09/91	31/12/91	nd
Determinación de procedimientos de optimización del servicio de limpieza en ciudades medias	Nivel nacional	280 000,00	15/09/92	31/12/92	nd
Estudios del potencial de recuperación, industrialización y comercialización de los subproductos de la basura de acuerdo a tipología de ciudades medias	Nivel nacional	199 451,62	15/09/92	31/12/92	nd
Establecimientos de la metodología para la rehabilitación de tiraderos a cielo abierto	Nivel nacional	93 245,90	15/09/92	31/12/92	nd
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Córdoba, Amatlán y Fortín, Ver	110 000,00	15/09/92	31/12/92	250 957
Proyecto de encauzamiento del río Sacramento	Chihuahua, Chih	600 000,00	1/10/92	31/12/92	575 808
Proyecto hidráulico de control del estero del Infiernillo	Mazatlán, Sin	600 000,00	1/10/92	31/12/92	361 863
Proyecto de rescate del río Cuale	Rto. Vallarta, Jal	300 000,00	15/10/92	31/12/92	120 927
Diagnóstico de la situación actual de la recolección y disposición para los residuos sólidos y estudio para el relleno sanitario	Mexcal, B. C.	400 000,00	20/05/93	30/09/93	647 710
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	Piedras Negras, Coah	350 000,00	19/05/93	31/08/93	98 295
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	Manzanillo, Col	349 912,25	30/5/93	31/08/93	108 288
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Ladín, Gro	489 998,40	18/05/93	30/11/93	843 041
Estudio integral de recolección y disposición final de residuos sólidos	San Luis Río Colorado, Son	386 518,98	20/05/93	30/09/93	117 937
Estudio de factibilidad para la recolección de residuos sólidos	Cd. Acuña, Coah	74 311,35	27/08/93	3/12/93	82 641
Estudio de factibilidad para la recolección de residuos sólidos	Nueva Rosita, San Juan Sotillas, Coah	74 311,35	27/08/93	10/12/93	43 757
Estudio de opciones para la participación de la papetera en el manejo de residuos sólidos	Nivel nacional	149 600,00**	20/09/93	10/12/93	nd
Estudio de finanzas y aspectos contables	Nivel nacional	150 000,00**	10/11/93	31/12/93	nd
Estudio de costos de los sistemas de limpieza del país	Nivel nacional	149 623,10	22/11/93	31/12/93	nd
Estudio de plan maestro de residuos sólidos primera parte	Nivel nacional	1 447 936,00	17/11/93	30/11/94	nd
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Mexcal, B. C.	350 700,00	1/07/94	30/11/94	647 710
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cd. del Carmen, Cam	342 245,00	1/07/94	30/11/94	149 707
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Cuernavaca, Mor	362 505,00	1/07/94	30/11/94	501 172
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Querétaro, Qro	382 081,30	1/07/94	30/11/94	570 429
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	San Luis Río Colorado, Son	400 000,00	1/08/94	30/11/94	117 937
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Piedras Negras, Coah	400 000,00**	1/08/94	30/11/94	98 288
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Torreón, Coah	450 000,00**	1/08/94	30/11/94	519 128
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Tepic, Jalisco	400 000,00**	1/08/94	30/11/94	220 353
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Inguapio, Gro	450 000,00**	1/08/94	30/11/94	327 895
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Pachuca, Hgo	450 000,00**	1/08/94	30/11/94	162 900
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Puerto Vallarta, Jal	450 000,00**	1/08/94	30/11/94	120 927
Proyecto ejecutivo para el relleno sanitario	Mt. Atlix, Tamps	508 000,00**	1/08/94	30/11/94	317 444

nd = No Disponible

\*1 Población estimada con base en los resultados del Censo de 1980 y las tasas de crecimiento establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990

\*\* Los beneficios se expresan en número de habitantes

\*\* El financiamiento se obtuvo del Banco Mundial

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente. Subsecretaría de Equipamiento Urbano, Sotatex, 1994



## CONCLUSIONES

- Concientizar a la ciudadanía de la gran problemática que son los desechos sólidos y fomentar la participación ciudadana.
- Privatizar el servicio de limpia, para mejorarlo en todos sus aspectos.
- Promover programas televisivos y de radio para llegar a aprovechar al máximo los subproductos contenidos en los desechos sólidos y así evitar que se incremente el uso de recursos naturales.
- Que en las escuelas se promueva más el tema de la contaminación por desechos sólidos.
- Los métodos de recolección no son llevados como se explicaron anteriormente.
- Existencia de equipo obsoleto y en malas condiciones.
- No es utilizado óptimamente el presupuesto establecido para atender la cobertura del servicio de limpia.
- Gran carencia de refacciones en especial cuando son equipos de importación.
- Considerar en el diseño del relleno sanitario, el tipo de impermeabilización más adecuado para la base y las paredes del sitio.
- Modernizar en su mayoría los programas del servicio de limpia.
- Hay una gran deficiencia en la administración y operación en los sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales y peligrosos.
- Capacitar al personal para la inspección y vigilancia dentro del sistema de limpia.
- La mala administración de los residuos sólidos ha llegado a ser un gran problema para todos los municipios existentes en el Distrito Federal, ya que hay menos recursos para la prestación de los servicios de recolección y manejo que, de los residuos sólidos generados por día.
- Existencia de un programa limitado de capacitación.
- Existencia de corrupción en los diferentes niveles gubernamentales y privados en lo que se puede llamar el consorcio de la basura.

- La recolección de la basura ya no lo es tanto por necesidad sino por negocio.
- Que se realice una planeación eficiente del servicio de limpia, estableciendo las rutas de barrido y recolección, así como establecer los sitios de disposición final. Para así poder tener un mejor control de los tiraderos a cielo abierto.
- Incentivar la cultura en nuestro país para la separación de desechos desde el punto en donde se generan.

## **ANEXOS**

## **NORMAS OFICIALES MEXICANAS.**

**NOM-AA-61-1985**

**Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: determinación de la generación.**

1. **Objetivo y campo de aplicación.**

Esta norma oficial mexicana especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de aplicación de esta norma los residuos sólidos municipales se subdividen en domésticos (que son los generados en casas-habitación) y en no domésticos (generados fuera de las casas-habitación).

2. **Referencias.**
3. **Definiciones.**
4. **Aparatos y equipo.**
5. **Generación per-capita de residuos sólidos domésticos.**
6. **Generación de residuos sólidos no domésticos.**
7. **Apéndice.**
8. **Bibliografía.**

**NOM-AA-15-1985**

**Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales: métodos de cuarteo.**

1. **Objetivo y campo de aplicación.**

Esta norma oficial mexicana establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.

Para aquellos residuos sólidos de características homogéneas, no se requiere seguir el procedimiento descrito en esta norma.

2. **Referencias.**
3. **Definiciones.**
4. **Método de cuarteo.**
5. **Marcado.**
6. **Informe de campo.**
7. **Apéndice.**
8. **Bibliografía.**

**NOM-AA-19-1985**

**Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales peso volumétrico *in situ*.**

1. Objetivo y campo de aplicación.

Esta norma oficial mexicana establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectúa la operación de "cuarteo".

2. Referencias.
3. Definiciones.
4. Descripción de la operación.
5. Cálculo.
7. Apéndice.
8. Bibliografía.

**NOM-AA-22-1985**

**Protección al ambiente del suelo, residuos sólidos municipales selección y cuantificación de productos.**

1. Objetivo y campo de aplicación.

Esta norma oficial mexicana establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.

2. Referencias.
3. Definiciones.
4. Aparatos y equipos.
5. Selección.
6. Cuantificación.
7. Reporte.
8. Observaciones.
9. Apéndice.
10. Bibliografía.

**1. Objetivo y campo de aplicación.**

Esta norma oficial mexicana establece el método de preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.

- 2. Referencias.**
- 3. Definiciones.**
- 4. Aparatos y equipo.**
- 5. Procedimiento.**
- 6. Bibliografía.**

## **Residuos Peligrosos.**

### **2.1. Bases para una administración ambientalmente idónea.**

Las experiencias resultantes del mal manejo de los Residuos Peligrosos (RP) han mostrado que es más costoso remediar que prevenir y que, mientras la administración de los residuos y contaminantes crea costos a las empresas que los generan, su difusión en el ambiente constituye una carga para la sociedad entera. Al mismo tiempo, se ha aprendido que la prevención de la generación de residuos y contaminantes, así como su control adecuado, pueden significar un ahorro para las empresas y una contribución importante para proteger el ambiente. En el recuadro se resumen algunos de los elementos que conviene tener presentes al planear la administración de los residuos peligrosos.

#### **Aspectos básicos para planear la administración de los residuos peligrosos.**

- Diseño de estructuras organizativas eficientes y eficaces.
- Establecimiento de una base de datos adecuada sobre la generación, los orígenes, composición y calidad de los residuos.
- Selección de formas de reducir la generación de los RP en la fuente.
- Criterios y mecanismos para ubicar, crear y relacionar instalaciones destinadas al tratamiento y la eliminación de residuos químicos, sobre todo para industrias pequeñas.
- Selección de tecnologías a emplear.
- Fomento de capacidades técnicas y de gestión en todas las autoridades responsables del establecimiento de políticas y del control de los residuos peligrosos.
- Planes de cooperación entre empresas, sectores y municipios.
- Comunicación y participación social en actividades tendentes a reducir riesgos.

Debe hacerse notar que la administración de los RP, requiere ser parte de la estrategia integral de administración ambiental multimedios, para no repetir los errores pasados derivados de transferir de un medio a otro los problemas derivados de la generación de residuos. No hay que olvidar que el control de las emisiones contaminantes al aire llevó a descargar los contaminantes al agua y, al controlarse las descargas de aguas residuales, se incrementó considerablemente la generación de residuos sólidos.

En todos los foros y convenios internacionales en la materia, como la Cumbre de la Tierra y el Convenio de Basilea en los que México ha tomado parte, se hace



hincapié en recomendar el tratamiento *in situ* de los RP o tan cercano a las fuentes generadoras como sea posible, no tan sólo por razones de economía, sino para minimizar riesgos en el transporte. Con ello se reduce la movilización de RP, únicamente a aquellos que no puedan ser manejados de manera ambientalmente idónea en el lugar en el que se originan. Cabe resaltar que más de 90% de los RP pueden ser tratados mediante tecnologías simples, poco costosas y de fácil aplicación.

Al igual que en la administración de los residuos sólidos municipales, con los RP se tiende a establecer una jerarquía entre las distintas opciones que se tienen para su manejo ambientalmente adecuado. Entre éstas ocupa un lugar preponderante la reducción de los residuos en la fuente misma que los origina, en segundo término se ubica a los procesos de reciclado y recuperación, así como a su tratamiento mediante tecnologías adecuadas, y en último lugar se coloca al confinamiento.

## **2.2. Elementos para una política de residuos peligrosos.**

Las autoridades ambientales reconocen que una política en materia de residuos peligrosos debe integrarse a partir de elementos de diagnóstico razonablemente precisos, y enlazar criterios de orden económico con sólida información técnica, principios organizacionales y de diseño institucional y consideración de factores políticos, bajo una estructura jurídico-normativa eficiente. Para sustentar dicha política y establecerla con base en una amplia consulta pública, se han propuesto los elementos que se enlistan en cuadro 22, los cuales fueron sometidos a la consideración de representantes de los diversos sectores durante un seminario realizado en julio y septiembre de 1994, así como de un grupo de trabajo que sintetizó las propuestas una vez que se incorporaron en ellas las observaciones hechas durante el seminario. El documento completo que refiere a mayor detalle estos elementos fue publicado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en forma de una monografía en el mes de diciembre de 1994.

## **2.3. Situación actual.**

### **Marco jurídico.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada el 28 de enero de 1988, en su Título Cuarto, Capítulo V, establece principios para la instalación y operación de sistemas de manejo de residuos peligrosos, incluyendo su importación y exportación. De este marco general, se desprende el reglamento respectivo en la materia que fue expedido el 25 de noviembre del mismo año, y que plantea procedimientos de registro e información

obligatorios para todo sujeto responsable de la generación, así como lineamientos de manejo y disposición final, importación y exportación de los mismos. En el mismo año, y para complementar dicho reglamento se publicaron Normas Técnicas Ecológicas para la clasificación y listado de los residuos peligrosos; prueba de extracción para la determinación de su toxicidad; compatibilidad de residuos peligrosos; requisitos de los sitios destinados a su confinamiento controlado; especificaciones para instalaciones complementarias a los confinamientos; requisitos para el diseño, construcción y operación de las celdas de los confinamientos, así como para la operación de los mismos. Estas normas fueron actualizadas y publicadas en forma de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en el curso de 1993.

El reglamento y las normas sustentan un sistema de manifiestos y reportes para el manejo de RP, el cual tiene como finalidad conocer las actividades que los generan, el volumen y tipo de residuos que se transportan, almacenan, reciclan, tratan o eliminan anualmente; así como las empresas involucradas en tales actividades. Dichas empresas deben manifestarlo y recibir autorización de la autoridad federal en la materia, que es la Dirección General de Normatividad Ambiental (DGNA) del INE, la cual, además de otorgar autorizaciones a las empresas que manejan los RP, emite las Guías Ecológicas para su importación/exportación. El INE se apoya en las delegaciones de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) en las entidades federativas, las cuales reciben, procesan y turnan a la oficina central la información relativa a los manifiestos que se generan en su entidad para su seguimiento e integración a la base de datos correspondiente; en tanto que corresponde a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA) verificar el cumplimiento de las disposiciones legales por parte de las empresas y actividades que manejan residuos peligrosos.

### **Inventario de residuos peligrosos.**

A la fecha no se cuenta con un inventario de residuos peligrosos. Un estudio sobre la generación de dichos residuos en el área conurbada de la ciudad de México, realizado en 1989, sirvió de base para estimar la cantidad producida a nivel nacional a esa fecha. Con esa base, y tomando en cuenta el incremento de residuos manifestados al ONE, se efectuó una proyección mediante el cual se estimó que en 1994 se generaron a nivel nacional 7.7 millones de toneladas de residuos peligrosos (líquidos y sólidos). La composición porcentual estimada de estos aparecen descritos en la gráfica 1.

## **Infraestructura para el tratamiento y confinamiento de residuos peligrosos.**

Hasta mayo de 1994 nuestro país presentaba la infraestructura para el manejo de residuos sólidos, referida en los cuadros 23 al 28, en ellos se señala la ubicación y tipo de manejo al que se someten los RP. En el caso de empresas que ofrecen servicios al respecto, se indica la capacidad mensual autorizada.

Las empresas autorizadas para reciclar metales así como para recolectar y transportar residuos peligrosos y las solicitudes de autorización para proyectos de plantas de almacenamiento para dichos residuos se indican en los cuadros 29, 30 y la gráfica 4.

### **2.4. Actividades sectoriales 1993-1994.**

#### **Elaboración de ordenamientos jurídicos.**

En el recuadro aparecen los proyectos de NOM que se encuentran actualmente en elaboración para complementar el marco normativo actual para el manejo de los residuos peligrosos.

Es preciso señalar que en julio de 1994 la Cámara de Diputados aprobó modificaciones a los artículos 147 y 153 de la LGEEPA que tratan sobre el manejo de los RP y sobre la importación y exportación de los mismos. Dichas modificaciones esperan la ratificación de la Cámara de Senadores y en caso de llevarse a cabo esto, se prevé la elaboración de un NOM que defina los mecanismos exactos y precisos que permitan regular, con carácter excepcional, la importación de residuos peligrosos, para fines distintos a los de su disposición final. Los principales residuos importados por México incluyen aluminio, cobre, hule blader, níquel, plomo, polímeros, tambores, sucios, cinc, entre otros.

En concordancia con la LGEEPA, así como las Leyes de Vías Generales de Comunicación y de Salud, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) emitió el día siete de abril de 1993 en el DOF el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, el cual está dividido en nueve títulos y comprende 136 artículos.

La SCT publicó en el DOF el cinco de noviembre de 1993 los proyectos de Normas Oficiales Mexicanas que regulan aspectos técnicos del transporte de los residuos peligrosos. Se espera que dichas normas se hallan publicado en octubre de 1994.

## **Retorno a Estados Unidos de los residuos generados por la industria maquiladora.**

Como parte de los compromisos establecidos en el Plan Integral Ambiental Fronterizo México-Estados Unidos, se estableció el sistema de rastreo de RP denominado Hazardous Waste Tracking System (Haztraks).

Aun cuando el sistema de manifiestos de embarque de RP no es idéntico en ambos países, el sistema es capaz de comparar la información e identificar discrepancias para el desarrollo de acciones de verificación y control. El número de embarques ha ido creciendo a partir de 1988, fecha en que se puso en vigor el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, el sistema de Manifiestos y Reportes, y la expedición de Guías Ecológicas de importación-exportación; lo cual puede ser indicativo de un creciente cumplimiento de las disposiciones legales o bien que el volumen de RP generados por la industria maquiladora ha ido creciendo, o ambos.

Los principales Estados de la Unión Americana a los que se retornan los residuos peligrosos provenientes de la industria maquiladora de Baja California, Chihuahua y Tamaulipas, son California y Texas (gráficas 6, 7 y 8); ninguno de los destinos finales de dichos residuos está comprendido en la franja de 100 km. a lo largo de la frontera. El resumen de los movimientos de RP de México hacia Estados Unidos de 1988 a 1994, aparece referido en la gráfica 5.

### **2.5. Programa integral para el manejo de residuos peligrosos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.**

Como resultado del primer encuentro parlamentario, llevado a cabo en el mes de julio de 1992, entre la Asamblea de Representantes del Distrito Federal (ARDF) y la Cámara de Diputados del Estado de México, surgió en Acuerdo No. 16 en el que se solicita la intervención de la Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, a fin de elaborar un programa integral para el Manejo de los Residuos Peligrosos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

La estrategia del programa consiste en promover, al máximo posible, que los procesos industriales se modernicen y generen cero residuos; si existe una generación, la prioridad será minimizarlos a través de la sustitución de insumos y modificación de procesos, así como mediante la instalación de controles adecuados como parte de los procesos de producción en el interior mismo de las industrias. Los residuos inevitables deberán ser reciclados y, la porción de ellos que no sea posible re

reciclar, serán incinerados o neutralizados, hasta convertirlos en residuos inertes, que serán confinados apropiadamente.

En materia de normatividad, el análisis comparativo realizado entre las regulaciones mexicana, norteamericana, alemana y japonesa, pone de manifiesto que el marco normativo existente en México para RP, se encuentra incompleto. Se han identificado los aspectos específicos en los que se requiere ampliarlo y reforzario.

Se está efectuando una detallada investigación para determinar la cantidad y tipología de RP generados en la ZMCM, base indispensable para el diseño tecnológico y evaluación de opciones de reciclamiento, tratamiento y confinamiento controlado de los residuos ya inertes. Asimismo, se realizan actualmente los estudios para seleccionar los sitios más adecuados para el establecimiento de cada tipo de servicio, con lo que se pretende evitar que estas instalaciones puedan causar daños ambientales. Los emplazamientos para reciclamiento y tratamiento deben instalarse dentro de las zonas industriales para minimizar los riesgos inherentes a su transporte, así como para promover el reúso de estos residuos una vez que han sido tratados. Hasta el momento, se cuenta con la preselección de cinco sitios para las instalaciones de tratamiento y cinco para la construcción de confinamientos. Para cada caso se están realizando los estudios detallados de los parámetros geológicos, hidráulicos, ecológicos, de infraestructura y cercanía de poblaciones, premisa fundamental para la selección final.

Aunado a todo lo anterior, se están evaluando las diferentes opciones tecnológicas para reciclamiento, transporte, almacenamiento, tratamiento para estabilización química, incineración y disposición final de residuos peligrosos.

Finalmente, se están desarrollando esquemas de financiamiento donde los propios industriales serán los responsables del tratamiento de sus residuos, bajo los lineamientos y supervisión estricta del gobierno. Una vez que todas las tareas hayan sido concluidas, el trabajo será revisado por el ARDF, el Congreso del Estado de México y el Congreso de la Unión, así como por las industrias involucradas. Se incluirán también a los grupos ecologistas interesados y al público en general.

Sobre este concepto, existen compromisos derivados de acuerdos internacionales, un ejemplo de éstos es el convenio de Basilea sobre Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos y su Disposición, establecido por la Organización de Naciones Unidas y suscrito por México en 1989, (entró en vigor el 5 de mayo de 1992).

Este convenio reconoce la existencia de acuerdos bilaterales y multilaterales para el manejo de residuos, siempre y cuando sean congruentes con los lineamientos del propio Convenio y se notifiquen al Secretariado; establece criterios para fijar responsabilidades y permitir compensaciones económicas en casos de contingencia; obliga a informar al secretariado en caso de accidentes, cambios de autoridades,

cambios en las definiciones de residuos, exportación e importación, reportes anuales, avances en la implementación del Convenio, estadísticas, acuerdos bilaterales y multilaterales, opciones de disposición final, desarrollo tecnológico, prevé mecanismos de financiamiento para apoyar situaciones de emergencia; verificación de conductas de las Partes y mecanismos de solución de disputas internacionales.

El ingreso de México a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) hace aún más extensas las consideraciones para la adecuada disposición de los residuos peligrosos.

En la Segunda Reunión de las partes, efectuada en marzo de 1994 en Ginebra, Suiza, se adoptó la prohibición de la exportación de desechos peligrosos para fines de disposición desde Estados de la región de la OCDE hacia Estados no Miembros de esa organización.

Asimismo, se acordó suprimir al 31 de diciembre de 1997, y prohibir a partir de esa fecha, todos los movimientos fronterizos de desechos peligrosos de Estados de la OCDE hacia Estados que no formen parte de esa organización.

Todo Estado que no forme parte de la OCDE, en el que no exista una prohibición de importación de desechos peligrosos y que permita la importación de estos desechos desde los Estados de la OCDE para reciclar o recuperar, hasta el 31 de diciembre de 1997, deberá informar al Secretariado del Convenio.

México se sumó a dichos acuerdos, aún cuando coincidió con su ingreso a la OCDE por lo cual la prohibición se aplica también a sus movimientos transfronterizos de RP hacia países que no forman parte de esa Organización.

Esa prohibición no aplica en el caso de movimientos que ocurran de países de la OCDE hacia México o viceversa, en particular en el caso de Estados Unidos con quién México suscribió el Anexo III del Convenio de La Paz, que regula dichos movimientos entre los dos países.

## Factores a considerar en la formulación de la política de residuos peligrosos

Factores	Actividades
Elementos de diagnóstico:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de un inventario de generación de residuos peligrosos, referido tanto a ramas industriales como a regiones del territorio nacional.</li> <li>Realización de un censo de las capacidades existentes de almacenamiento in situ, recolección, transporte, estaciones de transferencia, confinamiento, sistemas de reciclaje y recuperación de materiales secundarios, plantas de tratamiento, y, en general, de todas las empresas dedicadas a prestar servicios de manejo de residuos peligrosos.</li> <li>Investigación del impacto ambiental de las condiciones existentes de disposición y manejo de RP, en términos de contaminación de suelos y cuerpos de agua superficial y subterránea, daños a los ecosistemas, peligros a la salud, y riesgos resultantes, de ser posible, en el contexto informaciones geográficas.</li> <li>Balances de todos los movimientos transfronterizos de residuos, referido tanto a ramas industriales específicas, regiones y países, así como de los movimientos flujos, de sus condicionantes institucionales y técnicas y de sus consecuencias ambientales y económicas.</li> <li>Identificación de todos los actores hacia quienes van dirigidos los esfuerzos de política, su número, heterogeneidad, intereses, eugecios de oportunidades y capacidades tecnológicas.</li> </ul>
Criterios económicos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterización de los mercados potenciales para cada una de las fases del ciclo de vida de los RP e identificación del sistema de normas necesario para inducir y regular dichos mercados bajo el principio de internalización plena de costos ambientales.</li> <li>Elaboración de propuestas de diseño y de financiamiento de organismos públicos y privados involucrados en el manejo de residuos, así como de procedimientos operativos, que reduzcan los costos de transacción.</li> <li>Evaluación de escenarios de oportunidades y de incentivos para actores participantes (industriales), para prevenir las posibilidades reales de reducción de residuos a través de reconversión tecnológica que conduzca a procesos limpios.</li> <li>Análisis de mercados de materiales secundarios obtenidos mediante reciclaje y recuperación de residuos peligrosos, en relación con su competitividad económica y adecuación tecnológica con respecto a materias primas.</li> <li>Ponderación de las posibilidades reales, diferenciadas regionalmente, para las actividades de reciclaje y recuperación, tomando en cuenta costos, fletes, precios relativos con referencia a materias primas, economías de escala y opciones o necesidades de exportación de residuos e integración de mercados por razones de eficiencia (en particular en el caso de la zona fronteriza norte).</li> <li>Consideración de escenarios alternativos para la prohibición al movimiento transfronterizo de RP, sus repercusiones económicas y viabilidad de sistemas de manejo.</li> </ul>
Factores técnicos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterización jerárquica de los factores técnicos y tecnologías disponibles para el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.</li> <li>Desarrollo de procedimientos para definir con mayor precisión y grado de riesgo, los residuos que por considerarse peligrosos son objeto de regulación, así como criterios y procedimientos de actualización de su clasificación.</li> </ul>
Elementos institucionales y organizacionales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de diseños institucionales y organizacionales que mejor se adapten a los objetivos de política y a las condiciones sociales, económicas, políticas, constitucionales del país, tomando en cuenta criterios relativos a subsidios, prevención e internalización plena de costos ambientales, así como diferentes escenarios de vigilancia, control y sanción que realicen los costos administrativos y los espacios para las actividades legales.</li> <li>Análisis de la mejor forma posible de distribución de competencias entre diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), así como sobre diferentes sistemas centralizados y descentralizados de regulación, documentación, información y autorización. Deberán esclarecerse las esferas de responsabilidad de la gestión gubernamental y del mercado, así como de diferentes organizaciones empresariales.</li> <li>Consideración prioritaria a la atención de emergencias derivadas del manejo de RP, en el diseño institucional y organizacional, con énfasis en los sistemas de prevención y respuestas a contingencias identificadas como más problemáticas; y análisis de los posibles mecanismos de fianzas y seguros aplicables, que ofrezcan certidumbre a los actores involucrados.</li> <li>Establecimiento de arreglos institucionales abiertos de comunicación social y participación de las comunidades en la planeación de la construcción de la infraestructura para el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, así como identificación de mecanismos de compensación (edificiales e los seguros y fianzas) que ofrezcan un resarcimiento a las comunidades vecinas a dichas instalaciones.</li> </ul>
Consideraciones políticas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización de opiniones y construcción de consensos sociales para sustentar la política de manejo de RP, a través de procesos de consulta y participación social.</li> <li>Diseminación de información oportuna y confiable que permita documentar y sustentar el análisis y discusión colectivos y fundamentar los procesos de evaluación de la política.</li> </ul>
Aspecto jurídico-normativos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis y construcción de un sistema normativo, eficiente y comprensivo, que evolucione conforme el desarrollo tecnológico y las cambiantes condiciones de la economía nacional.</li> <li>Determinación y sustentación legal de las responsabilidades civiles y penales de personas físicas o morales que incumplan con las disposiciones jurídicas relativas al manejo de los residuos peligrosos, y de los costos que éstas impliquen y deben de cubrirse.</li> </ul>
Marco internacional:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de las restricciones y oportunidades derivadas de los acuerdos y convenios bilaterales o multilaterales suscritos por México, tales como el Convenio de la Paz, el Convenio de Brasilia y el ingreso de México a la OCDE.</li> </ul>

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol 1994

Cuadro 23

**Capacidad mensual autorizada para plantas recicladoras de solventes (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (litros)
Solventes San Martín	Reciclaje de solventes orgánicos sucios, líquidos para frenos y lavado de tambores	Amozac, Pue	150 000
Recuperación Industrial de Desechos	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Hermosillo, Son	50 000
Química Omega S A de C V	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Tenango del Valle, Edo de Mex	350 000
Química Omega S A de C V	Recolección, transporte y tratamiento de residuos peligrosos con poder calorífico para elaborar combustible alternativo	Tenango del Valle, Edo de Méx.	4 000 000
Química Omega S A de C V (Omega Tank)	Instalación de tanques portátiles para almacenamiento de solventes	Lomas de Chapultepec, D F	nd
Reind Química, S A de C V	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados y reacondicionamiento de tambores sucios*1	San José Chicoloapan, Edo de Méx	800 000
Residuos Industriales Multiquim S A de C V (antes Chemical Waste)	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Tijuana, B.C	29 640 000
Química Wimer, S A de C V	Reciclaje de solventes sucios, residuos de pinturas y resinas*2	Chalco, Edo de Méx.	355 000
Reciclados California	Recolección, transporte y reciclaje de solventes de orgánicos y organoclorados.	Tijuana, B.C.	123 000
Solver S A de C V	Recolección, transporte y reciclado de solventes sucios, aceites usados, residuos de pintura, así como soluciones ácidas y alcalinas	Tijuana, B.C.	12 455 000
Química Fortek, S A de C V	Reciclaje de solventes orgánicos y organoclorados	Chihuahua, Chih.	nd
Quimicompuestos S A de C.V	Recolección, transporte, almacenamiento temporal y reciclado de solventes orgánicos y organoclorados	Escobedo, N.L.	669 300
Capacidad total mensual			48 592 300

nd = no disponible

\*1 Tiene capacidad mensual autorizada para 10 000 tambores

\*2 Tiene capacidad mensual autorizada para 100 000 kg de residuos de pinturas y resinas

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994



Cuadro 24

**Capacidad mensual autorizada para plantas recicladoras de aceites usados (empresas autorizadas)**

Empresas	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (litros)
Juan R. Santos Nieto	Recolección, reuso y reciclaje de aceites lubricantes usados.	Villa Nicolás Romero, Edo. de Méx.	6 000
Productos Texaco S.A. de C.V.	Reciclado de aceites lubricantes usados.	Querétaro, Qro.	1 718 759
Productos Texaco S.A. de C.V.	Recolección y almacenamiento de aceites lubricantes usados.	Venta de Carpio, Edo. de Méx.	nd
Ecología y Lubricantes S.A. de C.V.	Recolección, transporte, almacenamiento y reciclaje de aceites lubricantes usados.	Atzacán de Zaragoza, Edo. de Méx.	500 000
Productos Lubriform S.A. de C.V.	Reciclaje de aceites hidráulicos.	XXX	50 000
Ma. Luisa Pérez Muñoz	Recolección, almacenamiento y entrega de aceites lubricantes usados.	Puebla, Pue.	nd
Jose I. Vázquez Marín	Almacenamiento y entrega de aceites lubricantes usados.	Amozoc, Pue.	nd
Novacetes, S.A. de C.V.	Manejo de aceites lubricantes usados.	Monterrey, N.L.	nd
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>2 274 759</b>

nd = no disponible

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

Cuadro 25

**Capacidad mensual autorizada para plantas de almacenamiento temporal (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (litros)
Laidaw Environmental Service de Mexico S.A. de C.V. (antes Olimpia industrial)	Recolección y almacenamiento temporal de residuos peligrosos para su exportación a Estados Unidos	Cd. Juárez, Chih.	100 000
Química Omega S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de RP con poder calorífico igual o superior a 5 000 kcal/kg.	Zapopan, Jal.	4 000 000
Pacific Treatment Environmental Service S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de residuos de pintura*1 y solventes, soluciones ácidas y alcalinas, aceite usado y residuos de asbesto	Tijuana, B.C.	46 000
Proambiente S.A. de C.V.	Recolección, transporte y almacenamiento temporal de residuos con poder calorífico para la elaboración de combustible alternativo.	Escobedo, N.L.	4 000 000
Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V. (antes Chemical Waste Management)	Transferencia de residuos peligrosos y compactación de tambores vacíos.	Guadalajara, Jal.	nd
<b>Capacidad total mensual</b>			<b>8 146 000</b>

nd = no disponible

\*1 tiene capacidad mensual autorizada para 300 toneladas de residuos de pintura

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

**Capacidad mensual autorizada para plantas de tratamiento de RP de actividades petroleras  
(empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (toneladas y metros cúbicos)
Consortio Ghes Industrial S A de C V	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos sedimentados en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos	Saltillo, Coah.	400 ton
Habilitación Petrolera Integral S A de C V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m3
Constructora y Arrendadora Gandara S A. de C V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex.	México, D.F.	3 300 m3
Constructora 21 de abril S A de C V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex	México, D.F.	3 300 m3
Ingeniería y Calderas S A de C V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos acumulados en obras e instalaciones de Pemex.	México, D.F.	3 300 m3
Grupo Petrofec S A de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de lodos aceitosos y plomizos generados en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos	México, D.F.	500 m3
Geo Petrol S A de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de residuos contaminados con hidrocarburos.	México, D.F.	360 ton
International Enviro Service S A de C.V	Tratamiento <i>in situ</i> de sedimentos en tanques de almacenamiento de productos petroleros.	México, D.F.	3 500 m3
All Waste Servicios Industriales de Control Ecológico S A. de C.V.	Tratamiento <i>in situ</i> de residuos contaminados con hidrocarburos.	México, D.F.	3 500 m3
Grupo Ecológico Musa, S A de C.V.	Recuperación, procesamiento, limpieza de residuos y subproductos del petróleo.	México, D.F.	nd 20 700 m3
Capacidad total mensual			760 ton

nd = no disponible

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

Cuadro 27

**Capacidad mensual autorizada para plantas de confinamiento controlado de RP (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (toneladas)
Residuos Industriales Multiquim S.A. de C.V.	Confinamiento, transporte, confinamiento controlado, tratamiento, reciclaje y elaboración de combustible alternativo a partir de solventes, aceites gastados y residuos peligrosos en general	Monterrey, NL	100 000
Confinamiento Técnico de Residuos Industriales S.A. de C.V. (COTERIN)*1	Residuos sólidos y semisólidos corrosivos, tóxicos, de tratamiento de aguas, residuos de pintura, solventes, medicamentos caducos	Guadalupe, SLP	3 043
Confinamiento Parque Industrial de Hermosillo O.P.D.	Residuos peligrosos en general	Hermosillo, Son	3 500*2
Ciba-Geigy Mexicana S.A. de C.V.	Celda de confinamiento controlado para las cenizas del incinerador de su propiedad.	Guadalupe, Jal.	90 833
Capacidad total mensual			197 376

\*1 suspendida temporalmente

\*2 valor estimado

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

Cuadro 28

**Capacidad mensual autorizada para plantas de confinamiento controlado de RP (empresas autorizadas)**

Empresa	Actividad	Localización de la planta	Capacidad mensual autorizada (toneladas)
Bayer de México S.A. de C.V.	Incineración de residuos peligrosos generados en sus procesos productivos.	Ecatepec, Edo. de Mex	25
Ciba-Geigy de México S.A. de C.V.	Incineración de residuos peligrosos generados en sus procesos productivos.	Atotonilco, Jal.	173 000
Capacidad total mensual			198 000

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

Cuadro 29

**Plantas de reciclado de metales\***

<b>Empresa</b>	<b>Localización</b>	<b>Actividad</b>
Maquiladora Russmet Zinc Nacional S.A. de C.V. Acumuladores Mexicanos, S.A. de C.V. Huera, S.A. de C.V. Aluminio Zinc Industrial Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V. Nemak, S.A. de C.V. Tecnología de Metales, S.A. de C.V. Metrometal S.A. de C.V.	Tijuana, B.C. Monterrey, N.L. Monterrey, N.L.  Ascensión, Chih. Tlalneapantla, Edo. de Méx. Nuevo León.  Nuevo León. Nuevo León.  Reynosa, Tamps.	Reciclaje de chatarra de aluminio Reciclaje de polvillo con cinc Reciclaje de plomo  Reciclaje de níquel Reciclado de cinc y aluminio Reciclaje de níquel  Reciclaje de aluminio Reciclaje de aluminio  Reciclaje de plomo

\* Autorización en trámite

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994.

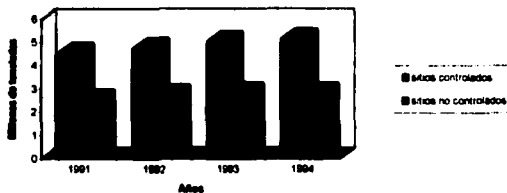
Cuadro 30

**Plantas de recolección y transporte de residuos peligrosos  
(empresas autorizadas)**

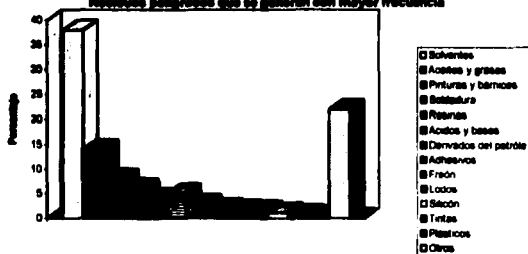
<b>Empresa</b>	<b>Localización</b>	<b>Actividad</b>
Ingeniería y Ecología	Mexicali, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos.
C. Eduardo Mendias Márquez	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos.
Industrias P. Kay de México, S.A. de C.V.	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos.
Turbo Express 22	Tijuana, B.C.	Recolección y transporte de residuos peligrosos.

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994.

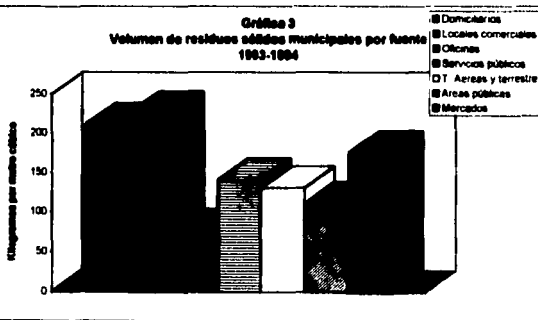
**Gráfica 1**  
**Capacidad instalada para el tratamiento y la disposición final de**  
**residuos sólidos municipales 1981-1984**



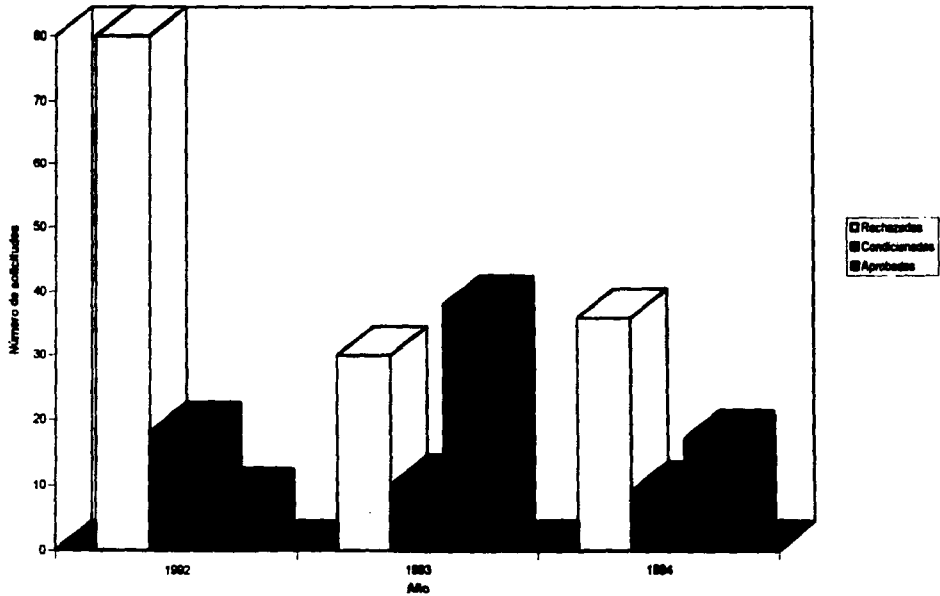
**Gráfica 2**  
**Residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia**



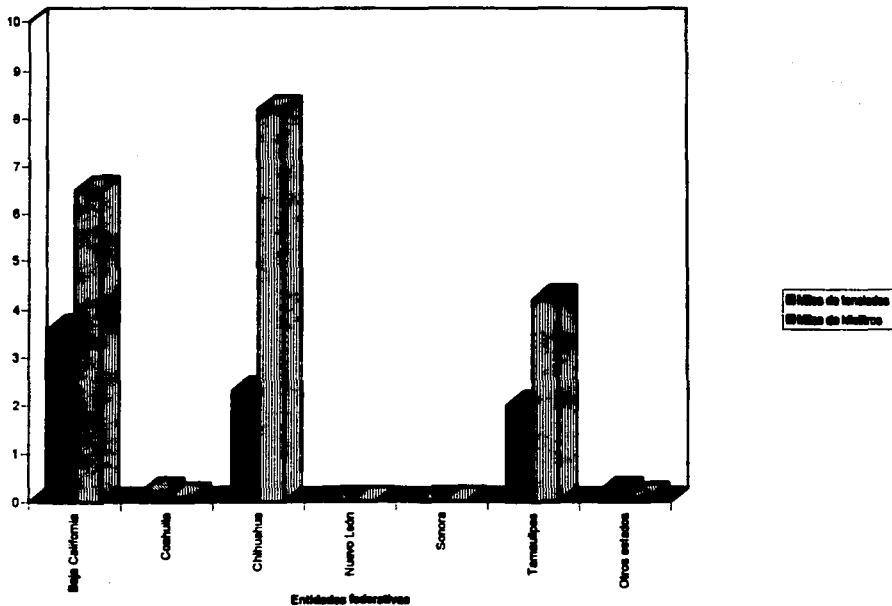
**Gráfica 3**  
**Volumen de residuos sólidos municipales por fuente**  
**1983-1984**



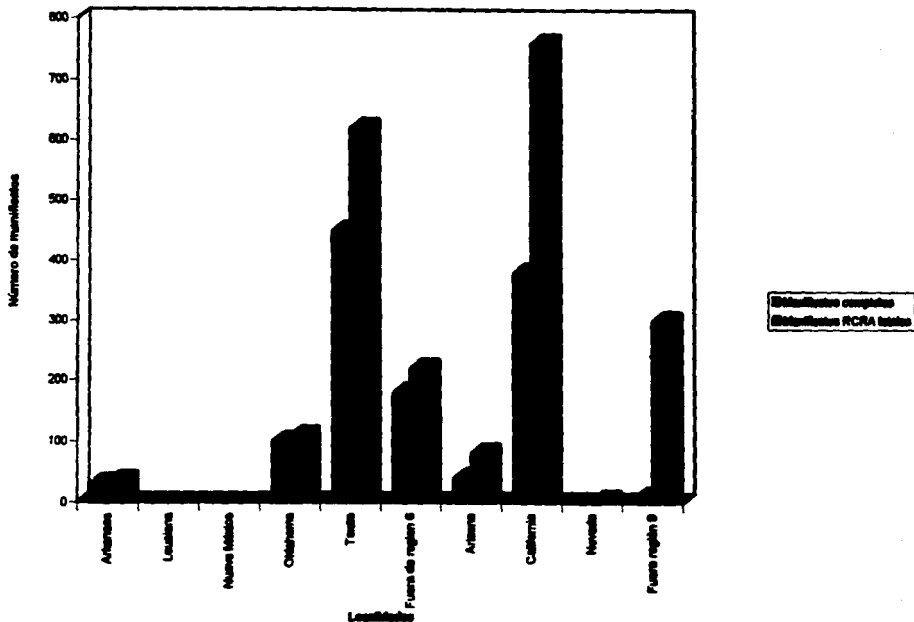
Gráfica 4  
Solicitudes de proyectos para almacenamiento de  
RP (Residuos Peligrosos)  
1992-1994



**Gráfica 5**  
**Exportación de residuos peligrosos de México a Estados Unidos**  
**1983-1984**

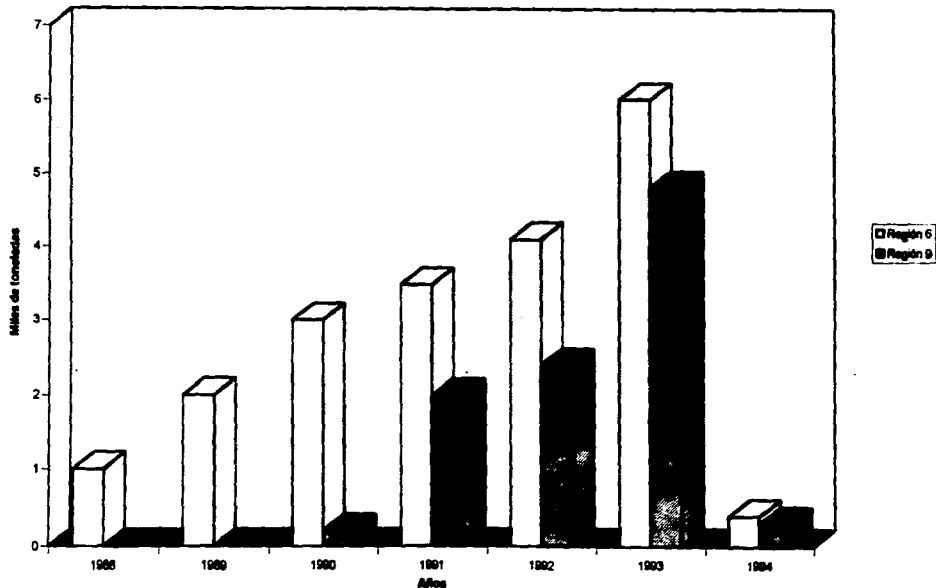


**Gráfica 6**  
**Destino final de los residuos peligrosos retornados a Estados Unidos 1993-1994**

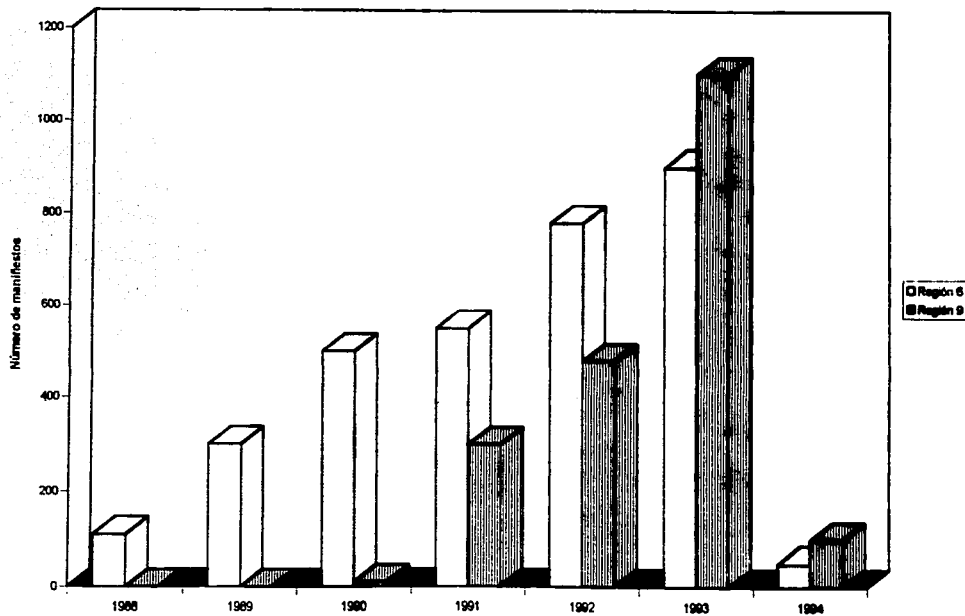




**Gráfica 7**  
**Toneladas de residuos peligrosos que Estados Unidos**  
**recibió de México**  
**1988-1994**



Gráfica 8  
Manifiestos de residuos peligrosos que Estados Unidos recibió de México 1988-1994



FALLA DE ORIGEN

## **BIBLIOGRAFÍA**

**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS URBANOS, S.G.O.**

Disposición final de los desechos sólidos en el Distrito Federal. México D.F. 1988

**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS URBANOS, S.G.O.**

Servicios urbanos básicos en la Ciudad de México, México D.F. 1988

**DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS URBANOS, S.G.O.**

Orientación del manejo de los desechos sólidos en la Ciudad de México, México D.F. 1986

**SEDESOL. SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA.**

México. Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 1993-1994.

**ASOCIACIÓN MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS (AMCRESPAC).**

Recolección, almacenamiento, barrido y transporte de residuos sólidos municipales (curso). Sep. 1992. Ciudad de México. Servicios urbanos DDF.

**ASOCIACIÓN MEXICANA PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS (AMCRESPAC).**

Congreso. Los Residuos Sólidos y Peligrosos. ¿recurso o desperdicio?. Memorias.

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.**

Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.

**ING. FERREIRA, JOSÉ R. E ING. REQUENA H. RAMÓN A.**

Recolección.

**GÁLVEZ VON COLLAS FRANCISCO.**

Recolección de Residuos Sólidos. Manual de Instrucción.

**OPS/EHP/CEPIS**

Programa Regional de mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano.

**SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA.  
SUBSECRETARÍA DE ECOLOGÍA. DIRECCIÓN GENERAL DE  
PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Estado Actual del Manejo y Disposición Final de los Residuos Sólidos. Julio  
1985

**DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. SECRETARIA GENERAL  
DE OBRAS. D.G.S.U. DIRECCIÓN TÉCNICA DE DESECHOS  
SÓLIDOS.**

Diseño de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales. Septiembre  
de 1989.

**CASTILLO BERTHIER, HECTOR F.**

La Sociedad de la Basura: Caciquismo urbano de la Ciudad de México.