



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESTACIONES DE TRANSFERENCIA Y DISPOSICIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**I N G E N I E R O C I V I L**

PRESENTAN

**AÍDA MEDINA GONZÁLEZ  
OSCAR MAURICIO GALINDO VALENCIA**

DIRECTORA DE TESIS:

**M.I. ALBA BEATRIZ VÁZQUEZ GONZÁLEZ**

México D.F. 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

# AGRADECEMOS

## A DIOS

POR HABERNOS PERMITIDO CUMPLIR ESTE SUEÑO.

## A NUESTROS PADRES

POR HABERNOS DADO LA VIDA, POR CREER EN NOSOTROS Y ENSEÑARNOS QUE PODEMOS LOGRAR TODO LO QUE NOS PROPONGAMOS.

## A LA UNAM

POR PERMITIRNOS SER PARTE DE LA MEJOR UNIVERSIDAD DE MÉXICO Y SER ORGULLOSAMENTE UNIVERSITARIOS.

## A NUESTROS PROFESORES

POR BRINDARNOS TODOS SUS CONOCIMIENTOS PARA SER MEJORES ESTUDIANTES Y SERES HUMANOS.

## A LA M.I. ALBA BEATRIZ VÁZQUEZ GONZÁLEZ

POR TODO EL APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO, SU PACIENCIA Y SER MAS QUE UNA PROFESORA PARA NOSOTROS.

## A NUESTRA FAMILIA

POR SIEMPRE HABER CREÍDO EN NOSOTROS Y DARNOS TODO SU APOYO.

## A NUESTROS AMIGOS

POR TODOS LOS BELLOS MOMENTOS COMPARTIDOS, POR SER COMO HERMANOS Y ESTAR SIEMPRE CON NOSOTROS.

---

---

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	i-1
<b>I. CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b> .....	1-1
1.1 Generación, almacenamiento, barrido, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final .....	1-4
1.2 Manejo de residuos sólidos en el D.F. ....	1-11
1.3 Legislación en materia de residuos sólidos .....	1-23
<b>II. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA</b> .....	2-1
2.1 Tipos .....	2-1
2.2 Medios y métodos de transporte .....	2-6
2.3 Diseño y requisitos de estaciones de transferencia .....	2-9
<b>III. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL D.F.</b> .....	3-1
3.1 Antecedentes .....	3-1
3.2 Operación, equipamiento y características de las 13 estaciones .....	3-4
<b>IV. DISPOSICIÓN FINAL</b> .....	4-1
4.1 Tipos de rellenos, criterios de selección del sitio .....	4-1
4.2 Diseños de rellenos sanitarios. NOM-083-SEMARNAT-2003 .....	4-7
<b>V. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.</b> .....	5-1
5.1 Antecedentes .....	5-2
5.2 Construcción, operación, monitoreo y clausura .....	5-2
<b>VI. MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN</b> .....	6-1
Presentación del material audiovisual .....	ANEXO

---

---

---

---

<b>VII. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES</b> .....	7-1
7.1 Recomendaciones .....	7-1
7.2 Conclusiones .....	7-4
<b>GLOSARIO</b> .....	G-1
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	B-1

---

---

---

---

# INTRODUCCIÓN

---

---

## *INTRODUCCIÓN*

---

---

### INTRODUCCION

El servicio de limpia es uno de los servicios urbanos más críticos y estratégicos de cualquier país, estado o ciudad; el efecto ambiental más evidente del mal manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU), es el deterioro estético de las ciudades, sin embargo, los efectos ambientales más serios son la contaminación del suelo, mantos freáticos, cuerpos de agua y el aire.

En el Distrito Federal se concentra casi la octava parte de los residuos sólidos que se generan en todo el país. Esta enorme cantidad de basura es causa de graves desequilibrios ambientales que para la mayoría de los habitantes de la ciudad son desconocidos. Por otro lado, el manejo de estos grandes volúmenes de desperdicios representa problemas de difícil solución y enormes costos económicos para los gobiernos de la ciudad y la ciudadanía.

El tipo y la cantidad de desperdicios que producimos tienen que ver con nuestras formas de producción y de consumo. En las sociedades modernas el uso indiscriminado de empaques contribuye enormemente a la generación de residuos, en contraste los poblados con menor número de habitantes, la mayor cantidad de residuos generados son de origen orgánico, aunque en los últimos tiempos se ha presentado un aumento de residuos inorgánicos como el plástico, esto no quiere decir que en estas poblaciones ya se encuentre un alto dominio de los residuos inorgánicos en comparación con los orgánicos.

Los efectos del manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos incluyen: el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural, con la consecuente devaluación tanto de los predios donde se localizan los tiraderos como de las áreas vecinas por el abandono y la acumulación de basura, siendo este uno de los efectos fácilmente observados por la población, sin embargo, de los efectos ambientales más serios encontramos que es la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, ocasionada por el vertimiento directo de los residuos sólidos así como de la infiltración en el suelo del lixiviado que es producto de la descomposición de la fracción orgánica contenida en los residuos y mezclada muchas veces con otros residuos de origen químico.

El depósito de los residuos en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, puede causar la erosión de suelos e impedir la recarga de acuíferos, la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades, la modificación de las características naturales de los sistemas de arroyos, la disminución de los cauces y durante la época de lluvia se provoca la obstrucción de los sistemas de drenaje y alcantarillado.

## ***INTRODUCCIÓN***

---

---

El Gobierno del Distrito del Distrito Federal atiende el servicio de limpia en dos ámbitos: las delegaciones políticas, quienes son las entidades responsables de las actividades de barrido manual y mecánico de sus calles y avenidas, de la recolección domiciliaria y del transporte de los residuos recolectados hacia las estaciones de transferencia; mientras que la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) se encarga de la operación y mantenimiento de las estaciones de transferencia y de las plantas de selección y aprovechamiento de residuos sólidos; así mismo de la puesta en marcha de métodos de tratamiento, de la construcción y operación de los sitios de disposición final, de la limpieza urbana de la red vial primaria de la ciudad, del mantenimiento de áreas verdes, y de la promoción de campañas de separación y aprovechamiento de los residuos sólidos.

Durante mucho tiempo los residuos sólidos se concentraron en “tiraderos a cielo abierto” sin pensar en los problemas de contaminación que causan. Actualmente el gobierno de la Ciudad concentra los residuos en el relleno sanitario Bordo Poniente.

Los rellenos sanitarios son sitios adecuados para la disposición final de los residuos; son instalaciones en las que se aplican una serie de medidas para disminuir los efectos contaminantes de la concentración de desperdicios: selección de terrenos con suelo de baja filtración, protección del suelo con material impermeabilizante, recubrimiento cotidiano con tierra sobre cada capa de desperdicios, instalación de tubos para salida de gases, captación de lixiviados y control de animales nocivos.

Durante los últimos diez años se ha venido registrando un fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento para el manejo de los residuos sólidos, en donde se han presentado grandes dificultades para su desarrollo. Por ejemplo, la fuerte oposición de la población a las instalaciones relacionadas con los residuos sólidos, aunado a la escasez de terrenos para la construcción en áreas urbanas concéntricas a las zonas de generación de residuos, han representado serios obstáculos para incorporar la infraestructura necesaria que requiere el sistema de transferencia. Sin embargo, con el desarrollo de acciones de concientización y concertación con la población, con la incorporación de nuevos conceptos ecológicos de funcionalidad e imagen urbana en los proyectos arquitectónicos y procesos constructivos, ha sido posible la construcción y rehabilitación de las estaciones de transferencia para la optimización de sus operaciones así como también para dar una mejor imagen y control de contaminantes que se tenían anteriormente. Así mismo, para el caso de los rellenos sanitarios, se han tomado medidas para la prevención y control de los residuos depositados en este.



## **INTRODUCCIÓN**

---

---

En el presente trabajo se prestará especial atención a los residuos sólidos generados en el Distrito Federal, desde su generación hasta su disposición final; esperando que éste, sea de utilidad, por el análisis que se hace del problema al que nos estamos enfrentando y al cual no le hemos dado la debida importancia.

En el capítulo 1 "*Ciclo de los residuos sólidos*" se da un panorama general de estos (generación, almacenamiento, transporte y disposición final). Se mencionarán aspectos generales, específicos en el Distrito Federal y su Legislación.

El capítulo 2 "*Estaciones de transferencia*" es una visión global de dichas estaciones: medidas que se toman en ellas, características, alternativas de diseño, diferentes formas de transporte, etc. Dichas medidas son tomadas y usadas comúnmente en Latinoamérica y Estados Unidos.

"*Estaciones de transferencia en el D.F.*" forma parte del capítulo 3 y en él se mencionan las características de las 13 estaciones de transferencia en la Ciudad de México: su forma de operación, características, tipos de residuos que reciben, Delegaciones que depositan en cada una, talleres, etc.

En el capítulo 4 "*Disposición Final*" se describen los tipos de rellenos sanitarios que existen, criterios de selección de sitios, diseño y las especificaciones que deben cumplir los rellenos dependiendo el tipo, cantidad, medidas de mitigación, etc. (NOM-083-SEMARNAT-2003).

El capítulo 5 "*Disposición Final de Residuos Sólidos en el D.F.*" como su nombre lo dice trata sobre el relleno sanitario de Bordo Poniente, específicamente de la etapa IV, que es donde los residuos llegan para ser dispuestos de manera definitiva, las medidas que se han tomado para evitar contaminación al suelo, agua, ambiente, generación de fauna nociva, control de gases, lixiviados entre otros aspectos que no dejan de ser importantes y que se explican mas a detalle dentro del mismo capítulo.

"*Material didáctico sobre la operación de la Estación de Transferencia Tlalpar*" Es quizá uno de los capítulos más fundamentales y mediante el cual se preparó un material que sea de utilidad para los alumnos de la materia Impacto Ambiental y Manejo de Residuos Municipales, en este material se muestra la operación que se lleva a cabo en las estaciones de transferencia, desde la llegada de los camiones recolectores hasta la salida de los tractocamiones que llevan los residuos a las plantas de selección y/o a su disposición final.

En el capítulo 7 "*Recomendaciones y Conclusiones*" se presentan las recomendaciones y conclusiones de los autores sobre el manejo de los residuos en el D.F., que como en todos los aspectos de un servicio, se tienen cosas buenas y malas.

## ***INTRODUCCIÓN***

---

---

Agradecemos a la Dirección General de Servicios Urbanos, a través del subdirector de investigación y desarrollo de la DGSU Ing. Ricardo Estrada Nuñez por los permisos necesarios y en especial al Lic. Mauro López por la información proporcionada para la obtención del material con el cual se elaboró el capítulo 6 “Material didáctico sobre la operación de la Estación de Transferencia Tlalpan”.

El plan de estudios 2005 de la carrera de Ingeniería Civil incluye la asignatura IMPACTO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS MUNICIPALES, el presente trabajo se elaboró con el objetivo de servir como material didáctico de apoyo para la nueva asignatura.

---

---

# **CAPÍTULO I**

## **CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

---

---

## I. Ciclo de los residuos sólidos municipales

Un residuo sólido conforme lo define la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente es: cualquier material generado en los procesos de extracción, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. Se caracterizan por ser materiales que han perdido valor o utilidad para sus propietarios y que se convierte en un estorbo.

Los residuos sólidos conforman un ciclo compuesto de varias etapas estrechamente vinculadas, el cual se inicia desde la misma producción de los bienes de consumo, continuando con la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte primario y secundario, tratamiento y disposición final. Debido a la vinculación de las etapas, cualquier cambio o modificación que sufra alguna de ellas, habrá de generar un efecto sobre las demás.

### Residuos sólidos y su clasificación

Un residuo sólido es un material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, quien se convierte en generador de residuos. Dichos residuos son susceptibles a un tratamiento para poder volver a generar los mismos productos o materia prima usados en su fabricación; para ello es importante concientizar tanto a generadores como a la población a separar todos los materiales susceptibles a reciclar para con esto evitar un agotamiento de los recursos naturales para su eliminación (sitios de disposición final), que cada vez son más alejados de la mancha urbana.

El residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o característica.

- Clasificación por estado

Un residuo es definido según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos: sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado. Por ejemplo, un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es intrínsecamente un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

- Clasificación por origen

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

Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto al nivel de detalle en que se puede llegar.

Tipos de residuos más importantes:

#### Residuos municipales

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

#### Residuos industriales

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

#### Residuos mineros

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

#### Residuos hospitalarios

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

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

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

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

#### Residuos por tipo de manejo

Se puede clasificar un residuo por presentar alguna característica asociada al manejo que debe ser realizado.

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

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

- Clasificación por características

No solamente es necesario conocer la cantidad de basura generada en las ciudades, sino que también la composición de los residuos sólidos para poder hacer un manejo adecuado de éstos.

Al igual que sucede con la cantidad de basura, a medida que las ciudades han desarrollado procesos industriales, la composición de ésta ha variado pasando de ser densa y casi completamente orgánica, a ser voluminosa parcialmente no biodegradable y con porcentajes crecientes de materiales tóxicos, lo que dificulta su manejo.

Los porcentajes más altos de residuos los representan los alimentos, papel, cartón y los plásticos, junto con los residuos de jardín. Estas cantidades dejan ver en claro que las posibilidades del reciclaje en las ciudades pueden ser amplias. Sin embargo, son pocos los casos en los cuales existe una selección y clasificación de subproductos controlada por lo que la alternativa de la comercialización organizada de estos subproductos es aún incipiente, prevaleciendo los sistemas de pepena en camiones y en los sitios de disposición final, sin que las dependencias de limpia pública obtengan beneficio de ella.

1.1 Generación, almacenamiento, barrido, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final.

### ***Generación***

La generación de residuos abarca las actividades en las que los materiales son identificados sin ningún valor adicional, y son tirados o recogidos juntos para la evacuación. La generación de residuos es, de momento, una actividad poco controlable.

En nuestro país la generación de residuos sólidos varía de 0.68 a 1.4 kg/hab/d. los valores inferiores corresponden a zonas en su mayoría semirurales o rurales, mientras que los valores superiores, representan la generación para zonas metropolitanas como el Distrito Federal.

### ***Almacenamiento***

Son pocas las ciudades donde se tiene un almacenamiento adecuado en las casas habitación, los comercios, industrias y hospitales. Se desarrolla a continuación en forma general, la situación que prevalece en los diferentes tipos de almacenamiento.

#### Almacenamiento casas-habitación

Con respecto al almacenamiento domiciliario éste se efectúa en la mayoría de los casos, bajo condiciones inadecuadas; en primer lugar los recipientes varían, ya que se emplean desde las bolsas de papel, plástico, cajas de cartón hasta botes de lámina, madera o plástico, los cuales en ocasiones no son lo suficientemente resistentes para contener la basura o no son los idóneos para poder ser manejados por el personal de recolección.

En cuanto a su ubicación, muchas veces no existe suficiente espacio en la casa-habitación y normalmente se localizan en la cocina la cual puede atraer la proliferación de insectos o roedores si no disponen de una cubierta o tapa. Así mismo, al no almacenar los residuos en orgánicos e inorgánicos, hace que se dificulte el rescate posterior de material reciclable.

Por lo tanto, es importante orientar a la población para que utilice recipientes adecuados, que mantengan la higiene mientras los residuos son recolectados, procurando un almacenamiento por más de un día y además promover prácticas de separación y reciclaje doméstico de los desechos.

#### Almacenamiento comercial

Este tipo de almacenamiento comprende el que se lleva a cabo en los mercados, tiendas de abarrotes, restaurantes y hoteles. Es muy común el uso de tambos de 200 l adaptados para el almacenamiento, aunque también se utilizan contenedores con capacidades que varían de 1 a 6 m<sup>3</sup>.

#### Almacenamiento industrial

Este tipo de almacenamiento no es responsabilidad directa del municipio sino de la empresa generadora quien es la responsable del adecuado almacenamiento de los residuos que genera. El municipio debe aplicar la normatividad existente para el adecuado control de este tipo de residuos, situación que se da en muy pocos casos, debido a que no existe un padrón actualizado de las industrias establecidas y el tipo de residuos que generan.

#### Almacenamiento hospitalario

A nivel nacional se dispone de estudios aislados sobre el tipo de almacenamiento efectuado en hospitales, aunque al igual que en los residuos industriales, las autoridades actúan únicamente como normativas y no tienen que involucrarse en el manejo de este tipo de basura. No obstante, dentro del reglamento de limpia pública deben incluirse las disposiciones concernientes al almacenamiento hospitalario.

### ***Barrido***

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

#### Barrido manual

Para poder recolectar la diversidad de residuos, en un buen número de ciudades medias del país se emplea en mayor proporción el barrido manual, para lo cual se utiliza materiales diversos tales como:

- Carros con tambos de 200 l.
- Escobas
- Cepillos
- Recogedores



Con respecto al personal cada barrendero dispone de un carro. Un jefe se encarga de la distribución del trabajo de los barrenderos. En promedio para el barrido en ciudades latinoamericanas se tiene un rendimiento individual de 1 a 2.5 km/día de calle y en promedio por kilómetro barrido se recogen de 30 a 90 kg, requiriéndose 0.4-0.8 barrendero por cada 1000 habitantes.

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

Barrido mecánico.

El uso de este sistema de barrido se observa en mayor proporción en ciudades de los estados de Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Baja California; en el centro del país también se realiza, aunque en forma escasa. El hecho de que pocas ciudades dispongan de maquinaria para el barrido se debe principalmente a la falta de recursos económicos para adquirir el equipo y para darle el mantenimiento adecuado.

A pesar de que el barrido mecánico implica menores gastos de operación que el manual, ocasiona el desplazamiento de mano de obra y favorece la salida de divisas del país ya que el equipo es importado.

### ***Recolección***

La etapa de recolección es la parte medular de un sistema de aseo urbano y tiene como objetivo principal preservar la salud pública mediante la recolección de los desechos en los centros de generación y transportarlos al sitio de transferencia, tratamiento o disposición final en forma eficiente y al menor costo, ya que esta etapa es la que emplea un número considerable de recursos económicos.

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

- Cantidad y características de los desechos sólidos
- Tipo de almacenamiento
- Frecuencia de recolección
- Método de recolección y tripulación
- Tipo de vehículos, etc.

Las siguientes estadísticas nos dan un panorama general de la situación actual de la recolección, entorno a algunos de estos factores, en ciudades medias de México.

- El 60.97% de los residuos sólidos generados proceden de fuentes domiciliarias y el restante 39.02% de las industrias, comercios y otras fuentes.
- Del volumen generado, se recolecta el 85% de los residuos.

Con respecto a rutas de recolección los datos son:

- En el 75% de las ciudades las áreas atendidas se dividen por sectores operativos.
- Sólo el 43% de las ciudades medias realizan un diseño a través de un método técnico para llevar a cabo la recolección.
- En cuanto a los métodos actuales de recolección realizados en el país, el más común es el de acera o el de parada fija, sin embargo, debido a las características de nuestras ciudades se ha optado por emplear primordialmente una combinación de estos.
- El 26.67% de las ciudades disponen de rutas eficientes de recolección y en un 73.33% no son suficientes.
- El número promedio de viajes que realiza cada camión diariamente es de casi 3, y por cada vehículo recolector se emplean en promedio 1 chofer y 3 ayudantes.

Por lo anterior, se puede observar que existe un número mayoritario de ciudades que no disponen de un diseño de rutas y que éstas son insuficientes, lo cual refleja que los municipios aparte de no contar con los suficientes recursos económicos, tampoco disponen de una buena planeación para ampliar su cobertura adecuadamente y con menores costos, sobre todo para aquellos lugares periféricos con dificultades de acceso o en zonas de reciente creación. Esta situación trae por consecuencia que se concentran cantidades considerables de residuos en áreas como lotes baldíos, barrancas y colonias periféricas.

### ***Transferencia***

Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades vehiculares de recolección, a las unidades vehiculares de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra incrementar la eficiencia global del sistema de recolección). Esta etapa, a su vez, tiene como propósito reducir los grandes recorridos de los vehículos recolectores y con ello los tiempos no productivos. Dichos vehículos de transferencia transportan los residuos a las plantas de selección o sitios de disposición final.

Las estaciones de transferencia son variables en forma, pero en esencia es un edificio en el cual a base de rampas se logra que los camiones recolectores queden en un nivel superior al de los trailers, pudiendo de esta manera descargar por gravedad su contenido al interior de los mismos. El tamaño de la estación, el número de trailers que puedan ser cargados simultáneamente y la cantidad de recolectores que puedan descargar, van de acuerdo a las necesidades y soluciones del proyecto de cada estación.

Con la operación del sistema de transferencia se incrementa la eficiencia del sistema de recolección, disminuyendo costos y se evita la contaminación atmosférica al disminuir el número de vehículos que asisten al sitio de disposición final.

### **Tratamiento**

Cuando los residuos sólidos son enviados a las plantas de selección, un porcentaje se queda, un porcentaje se va como rechazo a los sitios de disposición final; y el restante se transforma o se prepara para reincorporarse a la actividad productiva o re-uso de materiales. Otras alternativas de tratamiento son las de incineración, pirólisis y la elaboración de composta.

Una planta de selección y aprovechamiento es un conjunto de instalaciones cuyo objetivo primordial es la recuperación de materiales diversos reutilizables procedentes de los residuos sólidos recolectados. Las instalaciones en su conjunto, son proyectadas para la conveniente recuperación de subproductos, logrando que el personal operativo labore con mayor eficiencia.

Una planta de selección se compone de las siguientes áreas:

- 1) Accesos.
- 2) Patio de recepción de residuos sólidos.
- 3) Área de selección.
- 4) Zona de recuperación magnética.

- 5) Área de acondicionamiento y embalaje.
- 6) Zona de rechazo.
- 7) Patio de maniobras.
- 8) Áreas administrativas y de servicios.

### ***Disposición Final***

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé y controla los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Todo sitio que sea usado como relleno sanitario para disposición final de residuos sólidos, debe cumplir las siguientes condiciones:

- Contar con la preparación adecuada que no permita la filtración de los contaminantes generados en cualquier época del año.
- Ser de fácil acceso para cualquier tipo de vehículo o recolector que se utilice en cualquier época del año.
- Estar de acuerdo con la planeación y el uso del suelo donde se localice.
- Permitir su utilización a largo plazo (de preferencia superior a 10 años).
- Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus alrededores.
- Ofrecer una cantidad adecuada de material de cubierta dentro de las cercanías del sitio. La arcilla para cobertura debe ser trabajable, compactable, de la graduación especificada y de la calidad apropiada.

Los residuos sólidos conforman un ciclo, el cual considera una cierta cantidad de etapas dentro del manejo de los mismos y definen el ámbito de competencia de la población y las autoridades. La figura 1.1 muestra el ciclo de los residuos sólidos el cual considera las etapas dentro del manejo de los mismos y definen el ámbito de competencia de la población y las autoridades.

CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

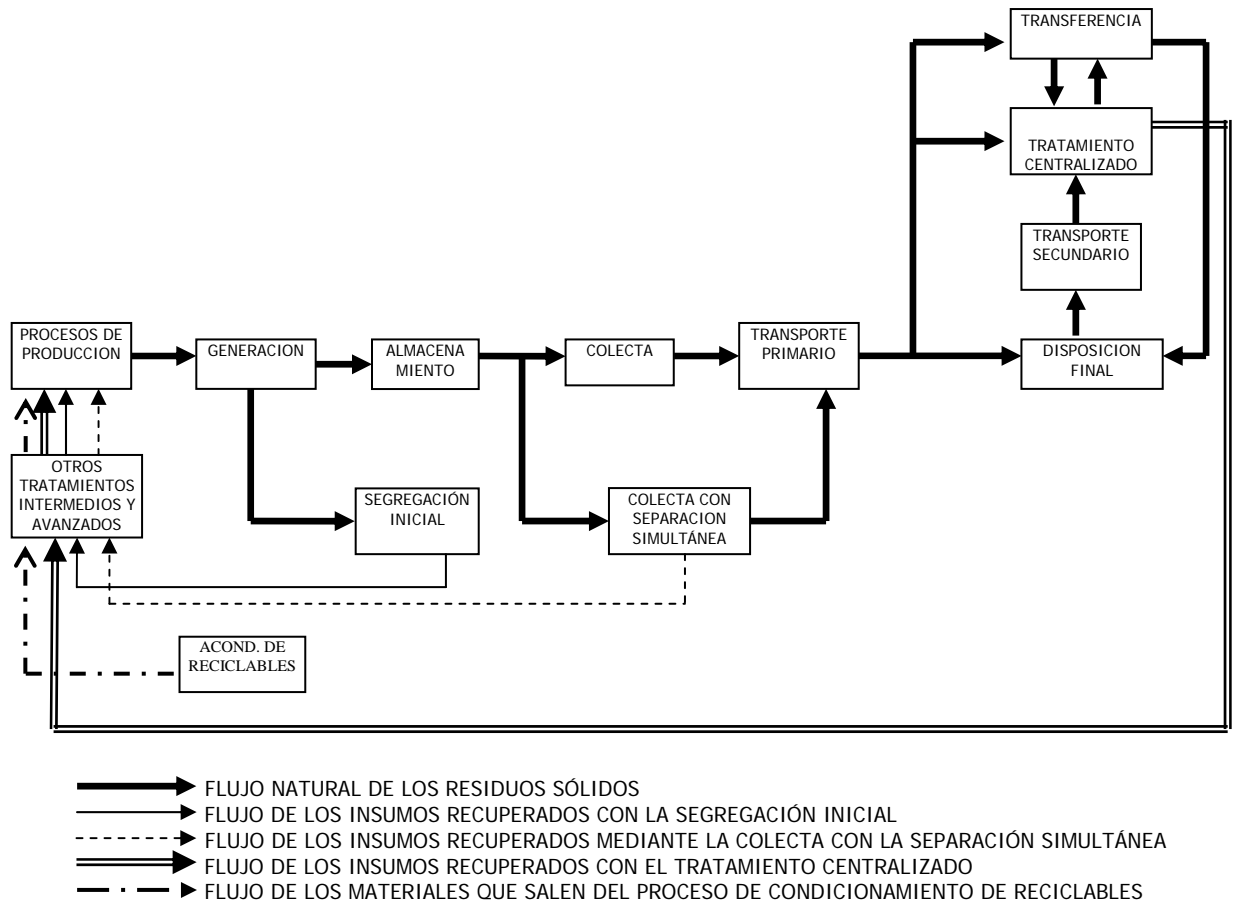


Figura 1.1 Ciclo de los Residuos Sólidos  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

## 1.2 Manejo de residuos sólidos en el D.F.

Dentro del desarrollo de las actividades en las comunidades urbanas, en este caso el Distrito Federal, existe la necesidad de resolver el problema de qué hacer con sus desechos. Estos son inherentes a las actividades del hombre de acuerdo a las condiciones actuales del desarrollo obtenido, y conforme su comunidad se va haciendo más compleja, la recolección, el transporte y la disposición de los desechos, se convierte en un problema cada vez más grande y más complicado, tanto en organización como en volúmenes, todo esto directamente relacionado al tamaño de la ciudad.

En el Distrito Federal se concentra casi la octava parte de los residuos sólidos que se generan en todo el país. Esta enorme cantidad de basura es causa y a la vez expresión de graves desequilibrios ambientales que para la mayoría de los habitantes de la ciudad son desconocidos. Por otro lado, el manejo de estos grandes volúmenes de desperdicios representa problemas de difícil solución y enormes costos económicos para el gobierno de la ciudad y la ciudadanía.

La cantidad de los residuos en la Ciudad de México ha aumentado en las últimas décadas: mientras en 1950 generábamos diariamente 0.37 kilogramos por persona, en la actualidad se estima que cada uno de nosotros genera un promedio de 1.4 kilogramos de residuos al día.

En el Distrito Federal generamos diariamente más de 12,000 toneladas de residuos, lo que aproximadamente equivale a llenar el Estadio Azteca en tres meses. Si consideramos a la zona conurbada del Estado de México, actualmente la Zona Metropolitana del Valle de México genera 21,000 toneladas diarias de residuos.

### ***Clasificación de Fuentes Generadoras***

Las fuentes generadoras se clasifican en función de las actividades particulares que en ellas se desarrollan, las cuales dan origen a residuos sólidos que presentan cierta semejanza en cuanto a sus características intrínsecas, lo cual permite contar con indicadores que orienten a las diversas alternativas para su manejo, control y aprovechamiento. En el cuadro 1.1 se mencionan las fuentes generadoras de residuos sólidos. En la figura 1.2 se ilustran dichas fuentes así como los porcentajes que representan cada uno.

*CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

---

Cuadro 1.1 Clasificación de fuentes generadoras

Domiciliarios:	
	Incluye a residuos producidos en domicilios, unifamiliares y plurifamiliares.
Comerciales:	
	Considera a los residuos provenientes de autoservicios, tiendas departamentales y locales comerciales.
Servicios:	
	Comprenden los hoteles, escuelas y oficinas.
Controlados:	
	Son aquellas fuentes que adicionalmente de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generan Residuos Peligrosos y requieren de un manejo diferente al común en cuanto a la posible mezcla que pueda presentarse durante su almacenamiento y recolección, tales fuentes son: unidades médicas, laboratorios médicos, veterinarias, reclusorios, terminales terrestres y áreas.
Diversos:	
	Residuos provenientes de áreas verdes, vías rápidas, así como los materiales voluminosos y neumáticos.

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, 2007.

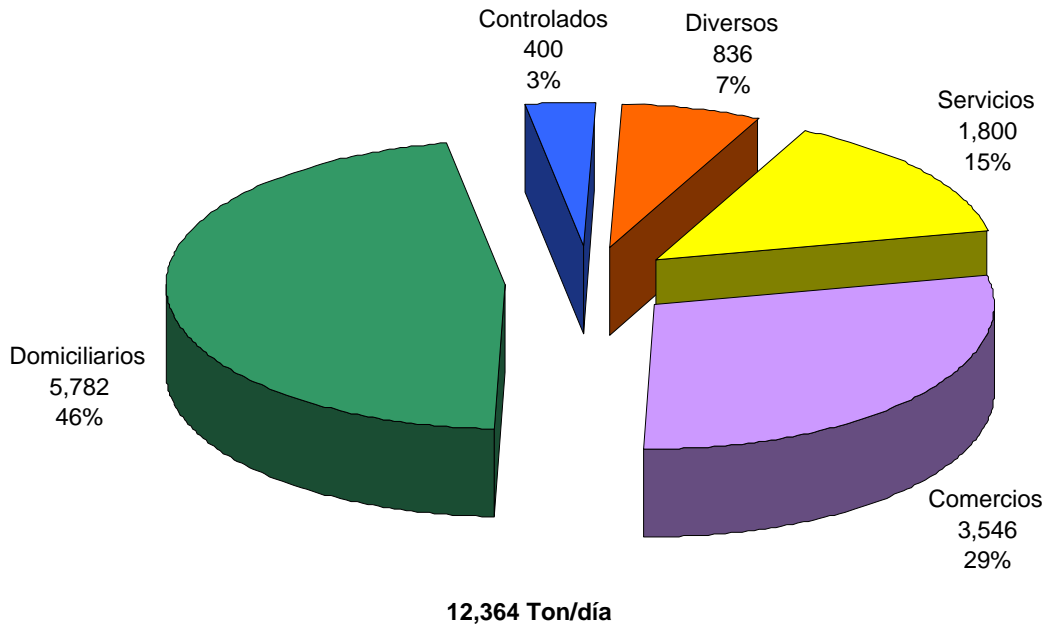


Figura 1.2 Generación de residuos sólidos por fuente generadora en el Distrito Federal  
Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, 2007

### Producción

La etapa de producción se presenta propiamente dentro del proceso industrial, comercial y de servicios manifestada por la utilización de envases, empaques y embalajes para la protección y comercialización de productos.

### Generación

En el Distrito Federal se generan alrededor de 12,364 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos (RSU) producidos por 8,823,358 habitantes de la población fija más la población flotante que ingresa diariamente a de la Zona Metropolitana del Valle de México. El promedio de generación de RSU es de 1.4 kilogramos por habitante por día (DGSU, 2002).

De los estudios realizados por la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), de la Secretaría de Obras y Servicios del GDF y de las estadísticas de ingresos a las estaciones de transferencia, plantas de selección y aprovechamiento y sitios de disposición final, se determinaron los volúmenes promedio de residuos sólidos urbanos que se manejan por delegación. En la delegación Iztapalapa se considera una generación adicional promedio de 450 Ton/día provenientes exclusivamente de la Central de Abasto (CEDA). La figura 1.3 muestra la cantidad de residuos generados por delegación.

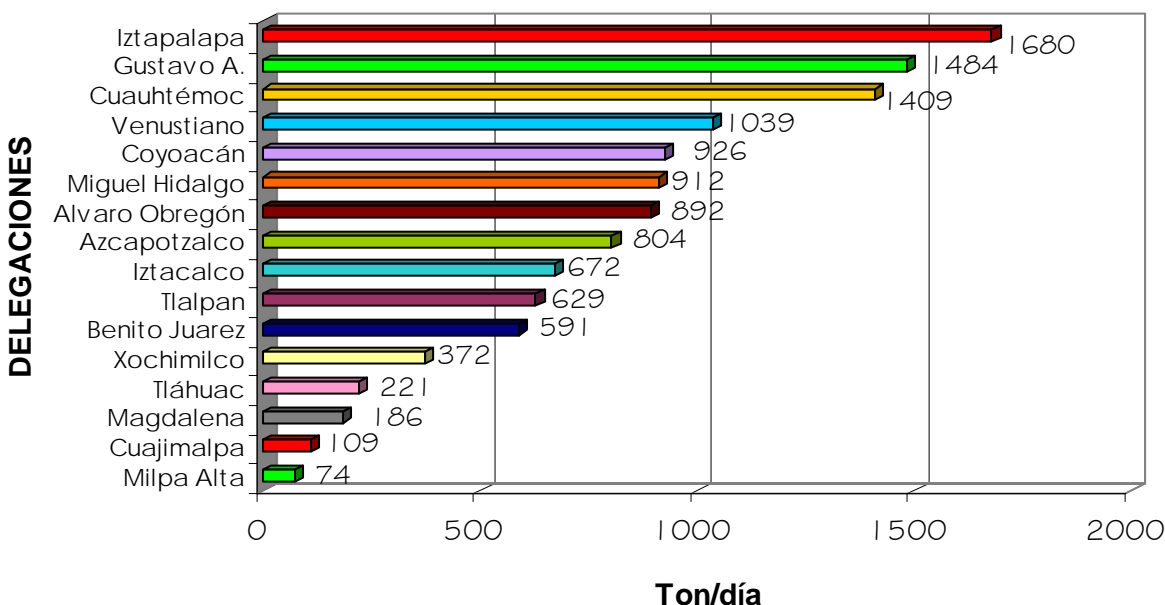


Figura 1.3 Generación de residuos sólidos por Delegación en el Distrito Federal.  
Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, 2007.



De estudios hechos en las 16 delegaciones, se pueden inferir los siguientes resultados:

El porcentaje de residuos orgánicos en promedio es del 40% en los tres estratos socioeconómicos, siendo un caso especial el de la Ciudad de México ya que por lo general se presente un mayor porcentaje de residuos orgánicos en el estrato socioeconómico bajo, y un mayor porcentaje de material inorgánico en el estrato alto, esto se debe a que este tipo de población consume mayor cantidad de productos con material inorgánico. La figura 1.4 muestra la composición física de los residuos por estrato socioeconómico.

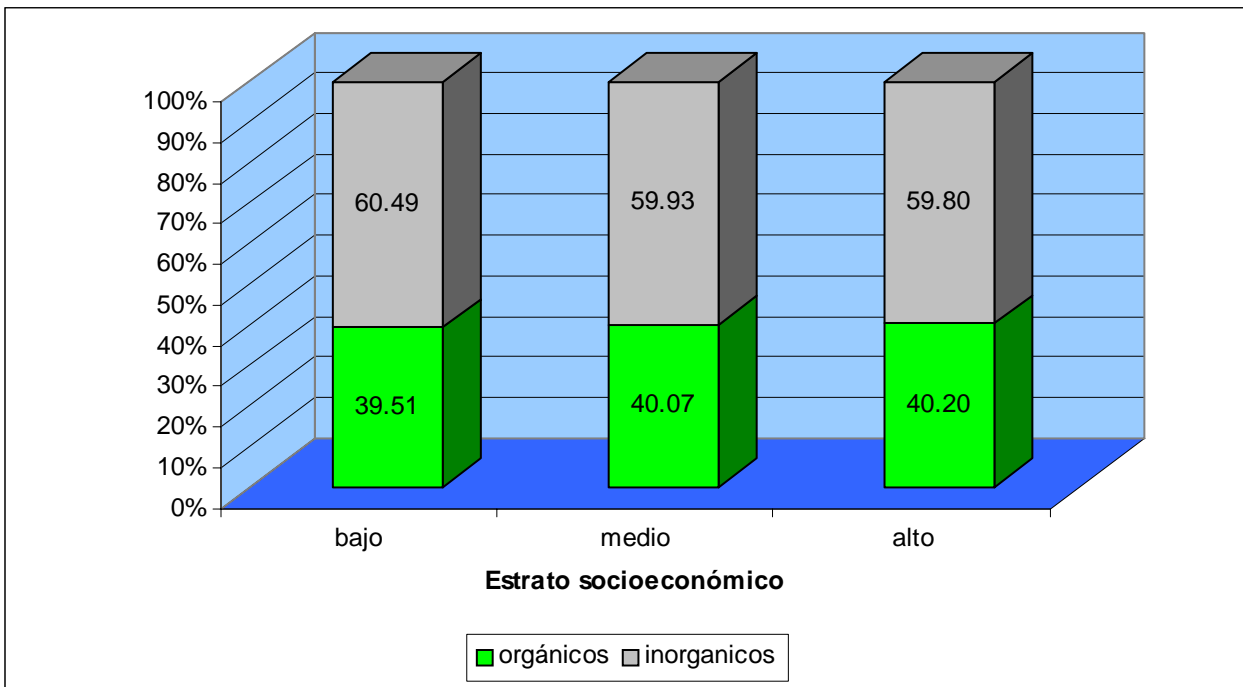


Figura 1.4 Composición Física de Desechos Domiciliarios.  
Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, 2007.

### ***Almacenamiento***

El almacenamiento es una de las fases del ciclo de control de los residuos sólidos urbanos, esta acción es una responsabilidad que está en manos del generador del residuo, el buen cumplimiento de esta obligación por parte del usuario se verá reflejado positivamente en el sistema de recolección.

En la Ciudad de México se tiene una gran diversidad de recipientes que son utilizados para el almacenamiento primario de los residuos pero la gran mayoría no han sido diseñados para ese fin. Las bolsas de plástico son las de mayor uso por la

población y esto se debe a que son proporcionadas por los diferentes comercios como embalaje y transporte de las mercancías adquiridas.

Además de las bolsas es frecuente encontrar otros recipientes tales como cajas de cartón, tinas de lámina o plástico, cubetas, costales, bolsas de papel y cajas de madera que son diseñados para otro uso y son utilizados de manera improvisada para el almacenamiento temporal de RSU.

Existen fuentes como las unidades habitacionales, centros comerciales, unidades médicas, terminales terrestres y aéreas, en las que destinan un almacenamiento central para depositar los residuos, los cuales posteriormente son retirados por un vehículo recolector. El tipo y tamaño de almacenamiento está en función de las características de los residuos, así como de los volúmenes que se generan.

### ***Barrido***

Diariamente las delegaciones barren de manera manual y mecánica los 9,100 kilómetros de calles y avenidas que conforman la red vial de la ciudad, la cual al barrerse en ambos sentidos arroja una cifra promedio de 17,000 kilómetros de barrido integral. Para el barrido de las calles delegacionales participan alrededor de 8,000 trabajadores (barrenderos) quienes atienden dos kilómetros en promedio cada uno, utilizando escobas de vara de perilla para arrastrar los residuos localizados en la cuneta de la vialidad hasta lograr pequeños cúmulos, los cuales son levantados con la ayuda de dos láminas metálicas para depositarlos en cualquiera de los dos tambos de 200 litros que soporta un carro de tipo manual.

Por lo que respecta a la atención de la red vial primaria, la Dirección General de Servicios Urbanos emplea barredoras mecánicas para el barrido de los carriles centrales de las vías rápidas; mientras que para el barrido manual de las laterales, ejes viales y avenidas principales participan cuadrillas de trabajadores que utilizan escobas de mijo. Ambas actividades se llevan a cabo en horario nocturno de domingo a jueves atendándose un promedio de 1,750 kilómetros diarios.

Complementariamente, se retira de la red vial primaria propaganda comercial no autorizada, se eliminan las pintas y el graffiti, se retiran los organismos muertos; se hace el papeleo en las áreas verdes, el lavado del mobiliario urbano, la recolección de basura en papeleras y el lavado y pintura de puentes peatonales y vehiculares.

### ***Recolección***

Es la acción de recibir los residuos sólidos desde la fuente generadora para depositarlos en el interior del vehículo recolector. En esta etapa, las delegaciones, con la participación de casi 9,000 trabajadores, llevan a cabo la recolección

domiciliaria ocupando un parque vehicular integrado por 2,181 unidades recolectoras equipadas con sistemas de compactación y cajas de 20 yardas cúbicas de capacidad (5 toneladas); los vehículos son de tipo rectangular de carga trasera, lateral y frontal. Además se cuenta con vehículos tubulares, volteos y mini recolectores.

Los métodos de recolección son variados pero destacan el de esquina, de acera y los que son por medio de contenedores, estos métodos se utilizan para la recolección domiciliaria, sin embargo, para la atención de lugares donde perciben un ingreso el método intradomiciliario es el más utilizado.

El método de contenedores es usualmente aplicado para la recolección de centros de gran generación, como son los hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales y escuelas, utiliza contenedores que son ubicados en una zona determinada del inmueble como almacenamiento central. La figura 1.5 muestra el tipo de vehículos recolectores disponibles en la Ciudad de México.

Existen varios tipos de vehículos recolectores con distintas capacidades que van de los 0.5 hasta los 18 m<sup>3</sup> dependiendo del tipo de contenedor o caja del tipo de vehículo.

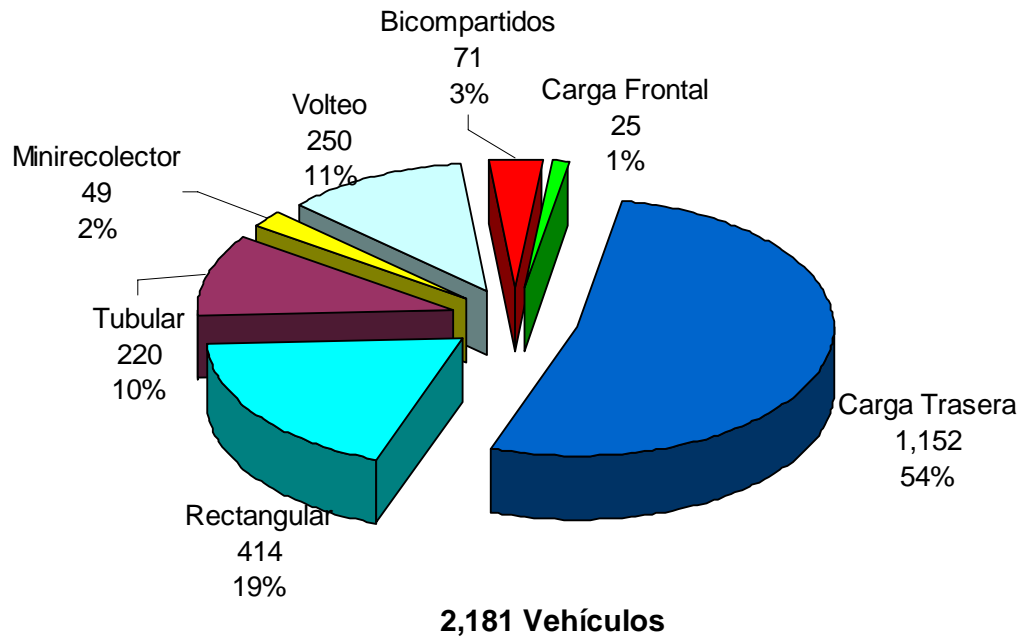


Figura 1.5 Distribución del parque vehicular  
Fuente: Dirección Generación deservicios Urbanos, 2007

Es práctica común llevar a cabo la selección de materiales susceptibles de ser reciclados en el transcurso de ruta de recolección. Los materiales recuperados más comunes son: cartón, papel, botellas de vidrio, latas de aluminio, otros metales e incluso colchones. Esta operación en ocasiones es realizada por personal voluntario mediante un acuerdo de palabra con el chofer sin tener ninguna relación laboral formal. Una vez que termina su ruta o se ha llenado el vehículo recolector en el camino a la estación de transferencia, se desvían para vender los subproductos recuperados.

### ***Tiraderos Clandestinos***

Dentro del manejo de residuos sólidos en el Distrito Federal se tiene considerado retirar 720 acumulaciones de residuos sólidos mayores de 150 kilogramos que se localizan en la vía pública en estos sitios se recogen diariamente 600 toneladas de residuos impactando a 202 colonias y 156 vialidades en 12 delegaciones políticas; éstos se localizan comúnmente en camellones, exteriores de mercados, lotes baldíos, espacios abiertos, parques, jardines y vía pública.

De manera complementaria, se realizan trabajos de apoyos para el control de la fauna nociva mediante acciones de fumigación y desratización. Además se han colocado contenedores en zonas de alta generación de residuos como paraderos del sistema de transporte colectivo Metro, Centro Histórico, mercados y colonias delegacionales.

### ***Mantenimiento de Áreas Verdes***

La atención de las áreas verdes involucra un promedio de 4,000 hectáreas anuales de áreas verdes, mediante acciones de poda de pasto, árboles y setos; jardinería integral, papeleo, riego y limpieza. Entre los sitios que se atienden sobresalen la Alameda Oriente y el parque Galindo y Villa, así como 30 plazas del Centro Histórico; glorietas, camellones y jardines de la red vial primaria.

### ***Recolección por contenedores***

Esta actividad especializada y regulada por las disposiciones del Instituto de Ecología de la SEMARNAT, se encamina a la recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en unidades de atención médica. Para el caso del Distrito Federal, la Secretaría de Salud del D.F. tiene a su cargo ese servicio en los 40 hospitales de urgencias a su cargo, a la vez de atender la recolección de residuos municipales en sitios especiales como son los reclusorios, oficinas públicas y albergues.

Mediante la contratación de empresas privadas autorizadas por el Instituto Nacional de Ecología y en acato a los lineamientos establecidos en la norma ecológica 087, los residuos biológico infecciosos son tratados mediante procesos técnicos seguros de destrucción mecánica, química y térmica derivando en residuos inocuos que son depositados en el relleno sanitario Bordo Poniente; por su parte, los residuos patológicos son recolectados y transportados en vehículos equipados con sistemas de enfriamiento para propiciar su incineración controlada en empresas especializadas. Por lo que respecta a los residuos municipales, éstos son depositados en el relleno sanitario Bordo Poniente.

### ***Transporte***

Cuando las unidades de recolección se han llenado, han concluido su jornada o han atendido sus rutas, se dirigen hacia la estación de transferencia correspondiente para vaciar su carga a unidades de mayor capacidad, procediendo así a la etapa de transporte.

### ***Transferencia***

La etapa de transferencia constituye la columna vertebral del flujo de los residuos hacia las plantas de selección y hacia los sitios de disposición final. Operan trece estaciones de transferencia ubicadas estratégicamente en 12 delegaciones políticas bajo un radio de influencia de 7 kilómetros cada una.

La operación consiste en que una vez que los recolectores han ingresado a estas instalaciones, se les dirige hacia el patio de maniobras donde descargan su contenido en trailers que contienen una caja de 20 toneladas de capacidad cada uno; una vez que se han descargado, los vehículos recolectores se dirigen a las salidas para regresar a su ruta; mientras que los tractocamiones, cuando se llenan, se dirigen a las básculas para después pasar a la zona de despunte, lavado y enlonado y así ser canalizados a las plantas de selección y aprovechamiento de residuos sólidos o al sitio de disposición final. Con la transferencia, se logra la eliminación de los grandes recorridos de los recolectores hacia estos sitios, se reducen los consumos de combustible y el desgaste en llantas y partes mecánicas de los vehículos recolectores, mejorándose con ello la eficiencia del servicio de recolección domiciliaria.

Mediante la transferencia, se logra el movimiento de casi 10,700 toneladas de residuos sólidos por día, de las cuales alrededor de 6,500 toneladas de residuos se trasladan a las tres plantas de selección y aprovechamiento, los restantes al relleno sanitario Bordo Poniente. Para ello, se emplean 270 trailers que realizan 674 viajes por día. En estas instalaciones, se recibe un promedio de 4,250 viajes de recolectores por día.

Las delegaciones que cuentan con estación de transferencia son: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa (2), Miguel Hidalgo, Milpa Alta, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco. La delegación Iztapalapa cuenta con dos instalaciones, una de las cuales apoya a la recepción de los residuos de la delegación Iztacalco y de la Central de Abasto (cuya generación oscila en 900 toneladas por día); mientras que la otra, se utiliza exclusivamente para el servicio de esta delegación. Estas instalaciones cuentan con equipos de depuración de aire, de aspersión de agua en la zona de tolvas para la precipitación de los polvos derivados de la descarga y contra incendios, patio de maniobras totalmente techados con tolvas para la descarga simultánea de hasta cuatro recolectores cada una, túnel de transferencia, paredes acústicas para el amortiguamiento de ruidos, murales ecológicos, talleres, áreas verdes, así como básculas para el pesaje de las unidades de transferencia y el registro estadístico y operativo del servicio.

### ***Tratamiento***

El empleo de los procesos de tratamiento y aprovechamiento tiene como objetivo minimizar la cantidad de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario, conservar los recursos naturales y reintegrar al proceso productivo a aquellos materiales susceptibles de ello, mediante la utilización de tecnologías y procesos viables como la selección y aprovechamiento, térmicos con recuperación de energía (incineración, pirólisis, gasificación) y mediante procedimientos biológicos para la obtención de composta o biogás.

### ***Separación y Almacenamiento***

En julio de 1994 fueron inauguradas las plantas Bordo Poniente y San Juan de Aragón, y en marzo de 1996 la planta de Santa Catarina. La primera se localiza dentro de la Zona Federal del Lago de Texcoco, junto al relleno sanitario Bordo Poniente; la segunda se ubica en la esquina que forman las avenidas 608 y 412 en la colonia San Juan de Aragón en la delegación Gustavo A. Madero, y la planta Santa Catarina se encuentra en el kilómetro 22.5 de la autopista México-Puebla, La Paz Estado de México. El cuadro 1.2 presenta las características que tienen las tres plantas de selección con las que cuenta el Distrito Federal.

## CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Cuadro 1.2 Características Generales de las plantas de selección.

CARACTERÍSTICA	BORDO PONIENTE	SAN JUAN DE ARAGÓN	SANTA CATARINA
Inicio operación	Julio/1994	Julio/1994	Marzo/1996
Área del sitio	9500 m <sup>2</sup>	8000 m <sup>2</sup>	5600 m <sup>2</sup>
Sistema de pesaje	Báscula	Báscula	Báscula
Capacidad instalada	2,000 Ton/día	2,000 Ton/día	2,500 Ton/día
Número de líneas	4 líneas	4 líneas	5 líneas
Capacidad por línea	500 Ton	500 Ton	500 Ton
Horas de trabajo	24 hrs/3 turnos lunes a viernes	24 hrs/3 turnos lunes a sábado	24 hrs/3 turnos lunes a sábado
Número de trabajadores	42 personas/línea	42 personas/línea	42 personas/línea
materiales recuperados	Aluminio traste, macizo, chatarra y perfil Bote aluminio Bote ferroso Fierro Lámina metálica Cháchara cobre tubo y alambre Botella entera retornable de refresco y cerveza Vidrio ámbar Vidrio pedacería transparente Vidrio verde Cartón Papel blanco Papel color Papel comercial Periódico PVC PET Plástico rígido Plástico nylon Vinil Cháchara (envase de perfume, cartucho de impresora, cartucho de tonner y diversos) Tortilla Trapo Colchón		

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos. 2004

Las tres plantas integran una capacidad instalada conjunta para procesar 6,500 toneladas al día de residuos sólidos, de las cuales se logra la recuperación promedio de 10% , compuesto por 15 tipos diferentes de materiales o subproductos, lo que las ubica dentro de las más diversificadas del mundo. Laboran tres turnos de trabajo de 6 horas cada uno de lunes a viernes, aunque en San Juan de Aragón se labora un turno sabatino. Se cuenta con una plantilla total de 1,200 selectores de los cuales, en el caso de las dos primeras instalaciones integran a los pepenadores provenientes del relleno sanitario Prados de la Montaña (clausurado en 1994 por concluir su vida útil); mientras que en Santa Catarina, trabajan pepenadores procedentes del gremio que se asentaba en el recién

clausurado sitio de disposición final del mismo nombre. En el cuadro 1.3 se muestran las cantidades de residuos por año que ingresan a cada una de las plantas y el porcentaje que es recuperado.

Cuadro 1.3 Subproductos recuperados en las Plantas de Selección y Aprovechamiento

CONCEPTO	SUBPRODUCTOS RECUPERADOS (t/año)			
	BORDO PONIENTE	SAN JUAN DE ARAGÓN	SANTA CATARINA	TOTAL
Cantidad que ingresa	515,844	521,217	523,862	1,560,923
Cantidad recuperada anual	25,613	39,684	83,646	148,943
Tasa de recuperación (%)	4.9	7.6	16	9.5 (promedio)

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos. 2004

### ***Planta de Composta***

La planta de composta está ubicada en el sitio Bordo Poniente IV Etapa, recibe actualmente residuos orgánicos de poda de los programas operados por la DGSU, Comisión Federal de electricidad, Luz y Fuerza del Centro, y una fracción de residuos provenientes del área de flores y hortalizas de la CEDA. Tiene una capacidad instalada de 200 ton/día, el producto obtenido es utilizado como mejorador de suelos en camellones y áreas verdes de la red vial primaria.

Las delegaciones Xochimilco, Álvaro Obregón y Migue Hidalgo cuentan con instalaciones de compostaje que operan con residuos provenientes de poda y una fracción de residuos orgánicos urbanos de sus programas de recolección selectiva. En el cuadro 1.4 se presenta la cantidad de residuos orgánicos que se reciben en la planta de composta al mes.



---

---

*CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

---

---

Cuadro 1.4 Recepción de Composta en Bordo Poniente

Recepción Residuos Bordo Poniente	
Composta t/mes 2004	
Mes	Composta
Enero	797.100
Febrero	1850.340
Marzo	2069.879
Abril	2418.800
Mayo	2299.180
Junio	2187.370
Julio	726.903
Agosto	1762.047
Septiembre	3440.426
Octubre	862.039
Noviembre	559.140
Diciembre	129.880
Total	19103.104

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos. 2004

### 1.3 Legislación en materia de residuos sólidos

#### ***Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (FEDERAL)***

Debido a la problemática que ha surgido en los últimos años respecto al control de los residuos sólidos y la alteración que producen estos al ambiente, se tomaron medidas para la prevención y gestión integral de dichos residuos tanto a nivel federal como estatal. En el presente subcapítulo se hablará sobre las principales medidas que se deben de tomar para un mejor manejo de los residuos.

A continuación se presentan de forma general los derechos y obligaciones que tienen todos los participantes en la producción y generación de residuos sólidos para proteger al ambiente, según lo indica la presente ley que tiene facultades en todo el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social, tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y procurar el desarrollo sustentable.

En el cuadro 1.5 se presentan las atribuciones que los tres órdenes de gobierno (la federación, las entidades federativas y los municipios) ejercerán en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Cuadro 1.5 Atribuciones de los tres órdenes de gobierno

FEDERACIÓN	Elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y el de Remediación de Sitios Contaminados con éstos.
	Expedir las normas oficiales mexicanas relativas al desempeño ambiental que deberá prevalecer en el manejo integral de RSU y de manejo especial.
	Verificar el cumplimiento de la normatividad en las materias de su competencia e imponer las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que en su caso correspondan.
	Establecer y operar, en el marco del Sistema Nacional de Protección Civil, en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, el sistema para la prevención y control de contingencias y emergencias ambientales relacionadas con la gestión de residuos.
	Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos.

*CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

---

	<p>Promover la educación y capacitación continua de personas, grupos u organizaciones de todos los sectores de la sociedad, con el objeto de modificar los hábitos negativos para el ambiente de la producción y consumo de bienes.</p>
	<p>Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de incentivos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto prevenir o evitar la generación de residuos; su valorización; su gestión integral y sustentable.</p>
<p>ENTIDADES FEDERATIVAS</p>	<p>Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final.</p>
	<p>Promover, en coordinación con el Gobierno Federal y las autoridades correspondientes, la creación de infraestructura para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, en las entidades federativas y municipios con la participación de inversionistas.</p>
	<p>Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia y de prevención de la contaminación e sitios con tales residuos y su remediación, con la participación activa de las partes interesadas.</p>
	<p>Coadyudar con el gobierno Federal en la integración de los subsistemas de información nacional sobre la gestión integral de residuos de su competencia.</p>
	<p>Formular, establecer y evaluar los sistemas de manejo ambiental del gobierno estatal.</p>
<p>MUNICIPIOS</p>	<p>Formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los RSU.</p>
	<p>Controlar los residuos sólidos urbanos.</p>
	<p>Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los RSU.</p>
	<p>Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de RSU.</p>
	<p>Verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos en materia de RSU e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables.</p>
	<p>Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de RSU y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos.</p>

Fuente: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.  
Cuadro elaborado por los autores.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales agrupará y subclasificará los residuos sólidos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

- I. Proporcionar a los generadores o a quienes manejen o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;
- II. Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición de que este se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos;
- III. Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos, e
- IV. Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y Gestión integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejos se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

- I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;
- II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

- III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, y
- IV. Que se trate de residuos que presenten un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, con el propósito de promover la reducción de generación, valorización y gestión integral de los RSU y de manejo especial, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por su manejo, deberán llevar a cabo las siguientes acciones:

- El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia;
- Diseñar e instrumentar programas para incentivar a los grandes generadores de residuos a reducir su generación y someterlos a un manejo especial;
- Promover la suscripción de convenios con los grandes generadores de residuos, en el ámbito de su competencia, para que formulen e instrumenten los planes de manejo de los residuos que generen;
- Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;
- Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos.
- Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos s que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los RSU y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados.

***Ley de Residuos Sólidos para el Distrito Federal***

Esta Ley como su nombre lo indica, solo tiene jurisdicción en el Distrito Federal y a su vez tendrá que apegarse a los lineamientos de la Ley Federal. Tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

Las autoridades competentes para la aplicación de la presente Ley son:

- I. La o el Jefe de Gobierno del Distrito Federal;
- II. La Secretaría del Ambiente del Distrito Federal;
- III. La Secretaría de Obras y Servicios;
- IV. La Secretaría de Salud;
- V. La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F.; y
- VI. Las Delegaciones.

En el cuadro 1.6 se presentan las autoridades competentes encargadas de cumplir con las disposiciones de dicha ley, así mismo se presentan sus principales obligaciones.

Cuadro 1.6 Facultades De Las Autoridades Competentes

El Jefe de Gobierno	Prestar el servicio público de limpia a través de las entidades, dependencias y órganos que al efecto señale la presente Ley.
	Aprobar el Programa de Gestión Integral de los residuos sólidos.
	Celebrar convenios de coordinación en materia de manejo de los RS y prestación del servicio público de limpia con la Federación, entidades federativas y municipios.
	Proponer el pago de derechos por la prestación del servicio público de limpia correspondiente en las disposiciones del Código Financiero del D.F.
Secretaría del Ambiente del D.F.	Coordinarse con la Secretaría de Obras y Servicios en la aplicación de las disposiciones complementarias para la restauración, prevención y control de la contaminación del suelo generada por el manejo de los RS.
	Emitir opinión sobre el diseño, construcción, operación y cierre de estaciones de transferencia, plantas de selección y tratamiento, y sitios de disposición final de los RS.
	Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo de los RS.
	Emitir normas ambientales para el Distrito Federal con relación a la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización y disposición final de los RS que presenten riesgo para el ser humano, el equilibrio ecológico y el ambiente.

*CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS*

Secretaría de Obras y Servicios	Planear, organizar, normar, controlar y vigilar la prestación del servicio público de limpia en sus etapas de barrido y recolección en vías primarias, transferencia, tratamiento y disposición final de los RS.
	Establecer los criterios y normas técnicas para la construcción, conservación y mantenimiento de la infraestructura y equipamiento de la infraestructura y equipamiento para el manejo, tratamiento y disposición final de los RS.
	Diseñar, construir, organizar, operar y mantener las estaciones de transferencia, plantas de selección y tratamiento, y sitios para la disposición final de los RS.
	Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que correspondan por violaciones o incumplimiento a este ordenamiento, en el ámbito de su competencia.
Secretaría de Salud del D.F.	Emitir recomendaciones y, en coordinación con la Secretaría del Ambiente del D.F. y la Secretaría de Obras y Servicios, determinar la aplicación de las medidas de seguridad, dirigidas a evitar riesgos y daños a la salud de la población, derivados del manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los RS.
Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F.	Le corresponde la atención de las denuncias ciudadanas que cualquier persona le presente por violaciones o incumplimiento a las disposiciones de la presente Ley, dándole curso legal en los términos de su Ley Orgánica.
Delegaciones	Prestar el servicio público de limpia en sus etapas de barrido de las áreas comunes y vialidades secundarias, la recolección de los RS, su transporte a las ET, plantas de selección y tratamiento o a sitios de disposición final.
	Erradicar la existencia de tiraderos clandestinos de los residuos sólidos.
	Orientar a la población sobre las prácticas de separación en la fuente y aprovechamiento y valorización de los RS.
	Instalar el equipamiento para el depósito separado de los residuos sólidos en la vía pública y áreas comunes.
	Establecer las rutas, horarios y frecuencias en que debe prestarse el servicio de recolección selectiva de los RS de su competencia.
	Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que correspondan por violaciones o incumplimiento a este ordenamiento, en el ámbito de su competencia.
	Atender oportunamente las quejas del público sobre la prestación del servicio público de limpia de su competencia y dictar las medidas necesarias para su mejor y pronta solución.

Fuente: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.  
Cuadro elaborado por los autores.

---

---

# CAPÍTULO II

## ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

---

---



### II. Estaciones de transferencia

En México como en muchos otros países del mundo la demanda de los servicios de limpia ha ido aumentando debido al crecimiento de la población y a la gran cantidad de generación de residuos sólidos que los ciudadanos desechan diariamente. El resultado de todo esto es la problemática de la recolección de basura (costo-beneficio) y que los tiempos que se hacen hasta el sitio de disposición final son muy grandes provocando que no se cubran las necesidades de recolección a la población.

Debido a esta problemática fue necesario que se crearan las Estaciones de Transferencia para que los vehículos recolectores se concentraran en recoger los residuos de las fuentes generadoras y depositar los residuos en otros vehículos de mayor capacidad. Estos son los últimos que irían al sitio de disposición final, logrando con esto la optimización del servicio.

#### 2.1 Tipos

Han surgido diferentes maneras de verter los residuos a las estaciones de transferencia, las cuales también han ido mejorando por las necesidades y experiencias obtenidas en los diferentes países del mundo.

Los principales tipos de estaciones de transferencia, más prácticos y comunes son:

- Estaciones de descarga directa
- Estaciones de descarga indirecta
- Estaciones combinadas (carga directa y carga indirecta)

#### ***Estaciones de Descarga Directa***

El sistema de transferencia de descarga directa consiste en el transbordo de los residuos sólidos de los vehículos recolectores mediante vaciado por gravedad a un trailer descubierto, con una capacidad que varía de 20 a 25 toneladas. Este tipo de estaciones recibe a los vehículos recolectores, los cuales son registrados y pesados, posteriormente se dirigen a las rampas de acceso del patio de maniobras donde se ubican las líneas de servicio, las cuales cuentan con un número determinado de servidores (tolvas), que descargan los residuos al vehículo de transferencia. Paralelamente los vehículos de transferencia se colocan en el patio de carga, una vez llenos, se realiza el despunte para posteriormente colocar la lona que cubre los residuos y no se dispersen en el traslado al sitio de disposición final.

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

---

---

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

vehículo de transferencia para recibir los residuos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío.

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

En la figura 2.1 se muestra un ejemplo de la transferencia de residuos en estaciones de descarga directa y los componentes que hay en esta.

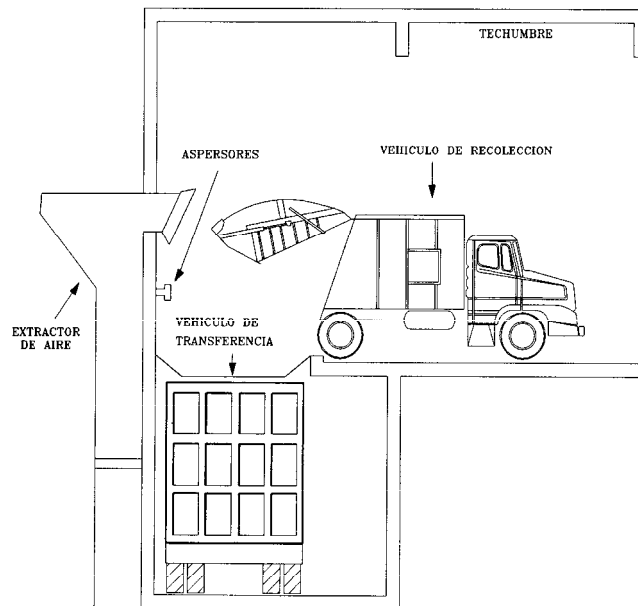


Figura 2.1 Transbordo de residuos sólidos en estaciones de "descarga directa".  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

El equipo y las instalaciones que se encuentran en una estación de este tipo se presentan en el cuadro 2.1

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

Cuadro 2.1 Características de Diseño (estación de descarga directa)

Taller	Básculas
Oficinas	Acceso de recolectores
Jardines	Patio de maniobras de vehículos recolectores
Techumbre de lamina de asbesto	Salida de recolectores
Líneas de servicio con cuatro servidores (tolvas)	Acceso de vehículos de transferencia
Aspersores de agua para el control de polvos en las tolvas	Patio de maniobras de vehículos de transferencia
Sistemas de ventilación mecánica	Estacionamiento de vehículos de transferencia
Caseta de control	Área de despunte de vehículos de transferencia
Salida de vehículos de transferencia	

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

### ***Estaciones de Descarga Indirecta***

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

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

Los residuos son removidos de la fosa con grúas de almeja o cargadores frontales o con tractor de hoja topadora a las cajas de transferencia, las cuales son movidas por un montacargas a la zona de despunte, posteriormente es enganchada al tractocamión que la transportará al sitio de disposición final. En este tipo de instalación los vehículos recolectores nunca tienen que esperar para descargar los residuos transportados. En la figura 2.2 se muestra dos cortes en los cuales se observa como los camiones recolectores descargan los residuos a la fosa y como son llevados mediante maquinaria hasta el tráiler de transferencia.

## ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

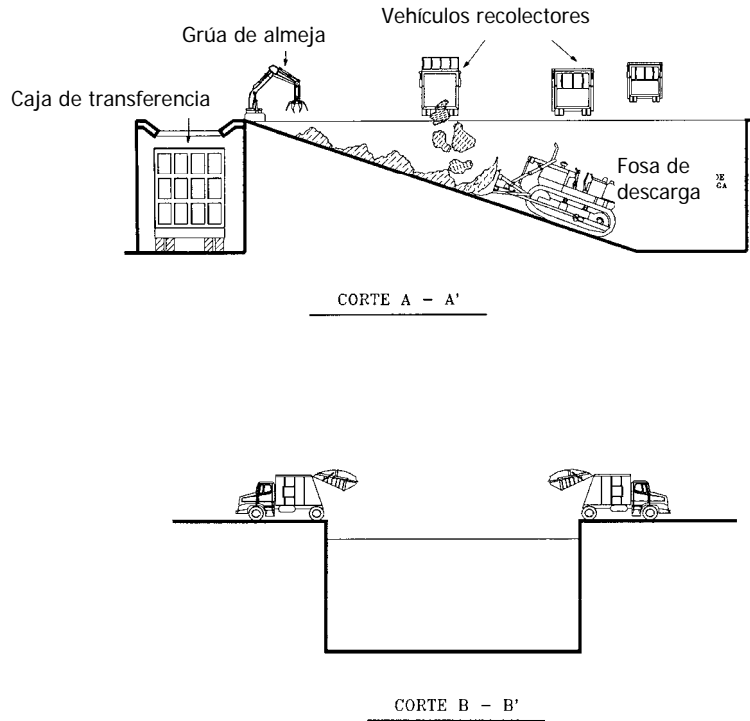


Figura 2.2 Transbordo de residuos sólidos en estaciones de descarga indirecta.  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

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

Los usuarios menores llevan separados los subproductos reciclables para depositarlos en los diferentes contenedores de vidrio, metales, papeles, cartón y plástico, disminuyendo de esta forma el pago por el servicio de transferencia. Posteriormente pasan a la báscula con el resto de los residuos donde son pesados inicialmente antes de ser vertidos en la fosa, una vez realizado esto los vehículos retornan a las básculas para ser pesados y con esto calcular la tarifa que pagará el usuario. En el cuadro 2.2 se mencionan los equipos e instalaciones empleadas en estaciones de descarga indirecta.

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

Cuadro 2.2 Características de Diseño (estación de descarga indirecta)

Fosa principal, cuenta con 20 líneas de descarga simultánea	Básculas
Diseño especial de vías de seguridad en el borde de la fosa	Taller
Aspersores de agua para el control de polvos en la fosa	Oficinas
Sistema de ventilación mecánica	Jardines
Techumbre del patio de descarga	Caseta de control
Rampa de acceso de vehículos recolectores	Estacionamiento de cajas de transferencia
Patio de maniobras de vehículos recolectores	Área de despunte de cajas de transferencia
Rampa de salida de vehículos recolectores	Estacionamiento de tractocamiones
Salida de vehículos de transferencia	

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, 1996

---

---

## ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

En la figura 2.3 se muestra una vista en planta de estaciones de transferencia con descarga indirecta así como las instalaciones que se encuentran en ella.

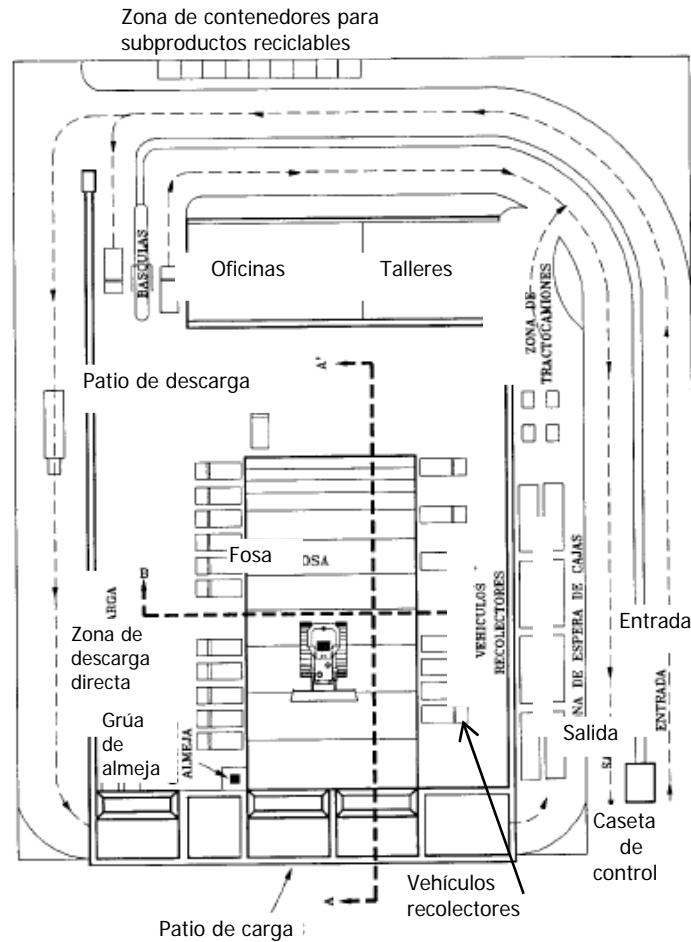


Figura 2.3 Planta de conjunto tipo de estaciones de transferencia con descarga indirecta.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

### 2.2 Medios y Métodos de transporte

Los principales medios de transporte usados actualmente para el transporte de residuos sólidos son: tractocamiones (trailers), ferrocarril y embarcaciones marítimas; estos se utilizarán dependiendo de la ubicación de las zonas de disposición final, así como también de la accesibilidad de los caminos para llegar a este lugar.

#### *Transporte por tractocamiones*

Cuando los caminos son de fácil acceso, el medio de transporte utilizado será el tractocamión, que irá desde las estaciones de transferencia hasta las plantas de selección y/o disposición final.

---

---

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA***

---

---

Durante los últimos años, por su sencillez y fiabilidad, los tractocamiones abiertos son los que mejor aceptación han tenido para el transporte de residuos no compactados procedentes de estaciones de carga directa.

Los métodos utilizados para descargar los tractocamiones pueden clasificarse como de autodescarga y los que precisan de una ayuda de equipo auxiliar. Los tractocamiones de autodescarga tienen mecanismos tales como rampas de descarga hidráulica, placas internas mecánicas y suelos móviles que forman parte del vehículo.

El suelo móvil normalmente tiene dos o más secciones extendiéndose a lo ancho del semirremolque. Por lo tanto, si una sección llega a ser inoperante, el suelo móvil no impide la descarga porque el sistema funcionará con la sección o secciones restantes que sean operables. Otro tipo de suelo móvil utiliza paneles recíprocos, de 7.5 a 15cm de ancho, que se alternan en las direcciones anterior y posterior. Otra ventaja del tractocamión con suelo móvil es el tiempo rápido de viraje (normalmente de 6 a 10 min) logrado en el lugar de evacuación sin necesidad de equipamiento auxiliar.

Los tractocamiones que necesitan de un sistema auxiliar de descarga que se ha probado como eficaz implica el uso de rampas de descargas móviles operadas hidráulicamente. Operacionalmente, cuando se utiliza una combinación de camión con remolque (tractocamión), el camión se pone marcha atrás hasta que el remolque llega a una segunda rampa de descarga. Se abren las partes traseras del remolque y del camión, y se vuelcan las unidades hasta que los residuos caen por la fuerza de la gravedad a la zona de evacuación. Después de vaciarse, el camión y el remolque vuelven a sus posiciones originales. El camión se lleva fuera de la rampa, y en marcha atrás sube la rampa utilizada por el remolque. El remolque esta reconectado, y tractor y remolque vuelven a la estación de transferencia. El tiempo normal requerido para la totalidad de la operación de descarga es de unos 6 minutos por viaje.

### ***Transporte por ferrocarril***

A pesar de que en el pasado se solían usar los ferrocarriles para transportar los residuos sólidos, actualmente se utilizan solamente en unas pocas comunidades. Sin embargo, se esta retomando el interés por el uso de los ferrocarriles para transportar dichos residuos, especialmente hacia rellenos sanitarios remotos donde viajar por carretera es difícil y existen líneas de ferrocarril. Una de las mayores operaciones de transporte funcionando actualmente se utiliza para transportar residuos desde la ciudad de Seattle, hasta el relleno de Columbia Ridge, situado aproximadamente a 300 millas.

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA***

---

---

En este sistema se compactan de 25 a 28 toneladas de residuos en un contenedor sellado de transporte de 12m montado en el chasis de un remolque. Se transportan los contenedores cargados a la estación de ferrocarril donde se cargan los vagones de este. Después de dejar el contenedor lleno, el conductor del camión toma un contenedor vacío y vuelve a la estación de transferencia.

El transporte de residuos sólidos urbanos por ferrocarril, tiene su origen en la necesidad de los grandes centros urbanos, de poder disponer los mismos fuera de las zonas densamente pobladas y en condiciones de mejor salubridad, debido a los volúmenes cada vez mayores de residuos que dichos centros urbanos producen como desechos y que diariamente deben ser transportados.

Existen varias experiencias en el mundo sobre el transporte de residuos sólidos urbanos por ferrocarril, tanto en América como en Europa. La logística del transporte de los RSU, se inicia con la generación domiciliaria, su recolección en los distintos sectores de las ciudades, el acopio y el tratamiento, para llegar al transporte masivo de grandes cantidades hasta el lugar de su disposición final.

El transporte ferroviario permite circular con las cargas, apartándolas de los ámbitos poblacionales, fuera de las rutas y autopistas, por lo que optar por el ferrocarril como medio más eficiente para el transporte de grandes volúmenes diarios a distancias superiores a 200 km., lo que representa la mejor solución para el transporte de residuos urbanos. Es de destacar las ventajas comparativas del ferrocarril, en cuanto al menor impacto ambiental, menos siniestralidad, se evita la congestión en su recorrido y el menos consumo de energía que los modos alternativos.

Una alternativa que sería favorable para el transporte de dichos residuos sería que existieran plantas de selección en las playas ferroviarias para recibir los residuos de los camiones de recolección urbana para su posterior carga a los vagones, permitiendo así efectuar una logística más eficiente y a un menos costo operativo, pudiendo hacerse también la selección manual o mecanizada de materiales aptos para su recuperación, lo que significaría menores volúmenes de residuos a transportar hacia los lugares de disposición final, además de la optimización por el tratamiento de los mismos con posibilidad de ser recuperados con un importante aporte a las industrias de materiales reciclados.

Hasta la fecha los residuos se transportan por medio de tractocamiones, ocasionando costos muy elevados (gasolina, mantenimiento, refacciones, etc.), hasta los rellenos sanitarios más cercanos. Sin embargo, estos sitios se están empezando a agotar, y cuando se tengan que cerrar, la presión social hace muy difícil que puedan construirse otros en el mismo lugar, provocando que estos se ubiquen cada vez más lejos originando mayores costos y menos eficiencia en el sistema; según expertos, lo aconsejable sería establecer un sistema de transporte



intermodal, ya que estas cargas, especializadas y de grandes dimensiones, constituyen tráficos idóneos para el ferrocarril.

Por el momento el transporte por medio de tractocamiones no representa un problema mayor, pero si no se soluciona a tiempo, se corre el riesgo de que ya no sea posible construir las infraestructuras ferroviarias. Cabe aclarar que para que esto se pueda llevar a cabo, se necesita apoyo de las autoridades, es preciso que se concedan ayudas y que el Estado sea capaz de obligar a que estos residuos se transporten por ferrocarril.

### ***Transporte por agua***

Dicho transporte se lleva a cabo por medio de barcazas, lanchas y barcos especiales que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición, ya sean plantas de tratamiento o rellenos sanitarios. Dichas barcazas son impulsadas por remolcadores y tienen una capacidad de hasta 1,500m<sup>3</sup>. Estos equipos se usan siempre que el transporte marítimo sea más económico que el terrestre.

Actualmente ya no se practica la evacuación marítima, aunque se han utilizado algunos vehículos marítimos de autopropulsión (tales como lanchas para basura y otros barcos especiales), la práctica más común es usar vehículos marítimos tirados por remolcadoras u otros barcos especiales. En Inglaterra, se utilizan barcazas de río para transportar residuos.

Uno de los mayores problemas encontrados cuando se utilizan vehículos de transporte marítimos para el transporte de residuos sólidos es que a veces es imposible mover las barcazas y barcos durante el tiempo de mareas fuertes. En tales casos, hay que almacenar los residuos, lo que implica la construcción de almacenes costosos.

### **2.3 Diseño y requisitos de estaciones de transferencia**

Los principales lineamientos técnicos que deben ser considerados en el diseño de una estación de transferencia con sistema de carga directa (usado en México y en países de Latinoamérica), se describen a continuación

Para seleccionar el tipo de infraestructura que se construirá, es importante no perder de vista el tipo de residuos sólidos que se generan, los cuales presentan variaciones significativas en la composición física en lo referente a los residuos alimenticios, así como el contenido de humedad, el cual se estima superior al 50%. Es importante mencionar que el clima es otro factor que incide directamente sobre la descomposición de los residuos.

---

---

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

Para realizar una buena evaluación para el emplazamiento de una estación de transferencia se deben de considerar los siguientes aspectos:

### ***Localización geográfica***

Para realizar una buena ubicación del lugar de emplazamiento, es necesario contar con toda la información general del Estado, Municipio, Localidad o Delegación. Se debe delimitar el área de estudio con toda precisión anotando las diversas fronteras físicas o naturales que la confinan y calcular así la superficie.

Como información complementaria se contará con los principales datos climáticos:

- Climas predominantes
- Temperatura promedio
- Temperatura máxima absoluta
- Temperatura mínima absoluta
- Precipitación pluvial
- Humedad relativa

Preferentemente, las estaciones de transferencia deberían localizarse:

- Tan cerca como sea posible del centro de gravedad de las zonas individuales de producción de residuos sólidos que se van a servir.
- Con fácil acceso a carreteras arteriales importantes, así como cerca de medios de transporte secundarios o suplementarios.
- Donde haya una mínima objeción ambiental a las operaciones de transferencia.
- Donde la construcción y el almacenamiento sea lo más económico posible.

Además si se va a utilizar la estación de transferencia para operaciones de procesamiento involucrando recuperación de materiales y/o producción de energía se debe valorar también los requisitos de esas operaciones.

### ***Características socioeconómicas***

Es necesario realizar proyecciones de población, las cuales son herramientas imprescindibles en la planificación de cualquier obra. El disponer de estimaciones futuras del volumen y distribución espacial de la población permite el orientar esfuerzos y recursos hacia lugares bien localizados para satisfacer las necesidades de los servicios y prever que durante su vida útil cuenten con la funcionalidad necesaria.

### ***Indicadores de generación de residuos sólidos***

El incremento tan acelerado de la generación de residuos sólidos y la gran diversidad de materiales que componen los residuos sólidos, demanda una mayor cobertura del sistema, así como nuevas alternativas de tratamiento, nuevos equipos y tecnología, con la finalidad de establecer sistemas de manejo, control y aprovechamiento que resguarden el nivel de vida de la población. Para lograr esto es necesario conocer las características cualitativas y cuantitativas intrínsecas de los residuos.

### ***Estructura vial***

Los problemas de circulación que se presentan en las ciudades, obligan a realizar un análisis detallado sobre la infraestructura vial con la que se cuente en la zona de estudio, el considerar este factor es de suma importancia debido a que por estas vialidades circularán los vehículos recolectores y de transferencia.

Para evitar conflictos en la fluidez vehicular, es necesario realizar estudios y mediciones vehiculares con la finalidad de tener un conocimiento detallado de la infraestructura existente en la zona permitiendo formular las propuestas de las adecuaciones geométricas que se tendrán que realizar con la finalidad de que los camiones recolectores y los trailers de transferencia circulen sin ningún problema.

### ***Carril de desaceleración***

Se refiere a la vialidad por donde ingresan a la estación de transferencia los vehículos recolectores y de transferencia. Esta vialidad debe de quedar adyacente a la que pasa frente a la entrada de la estación. La finalidad de esta vialidad es la de no entorpecer la circulación, así como para disminuir la velocidad de los vehículos recolectores y de transferencia antes de pasar al área de acceso de la estación. El ancho de carril será de 4.0 m que es el ancho máximo que se da para vehículos de transferencia. La longitud recomendada será de 100 m considerando una velocidad de ingreso de 50 km/hr.

En la figura 2.4 se muestra un ejemplo del carril de desaceleración en una estación de transferencia.

## ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

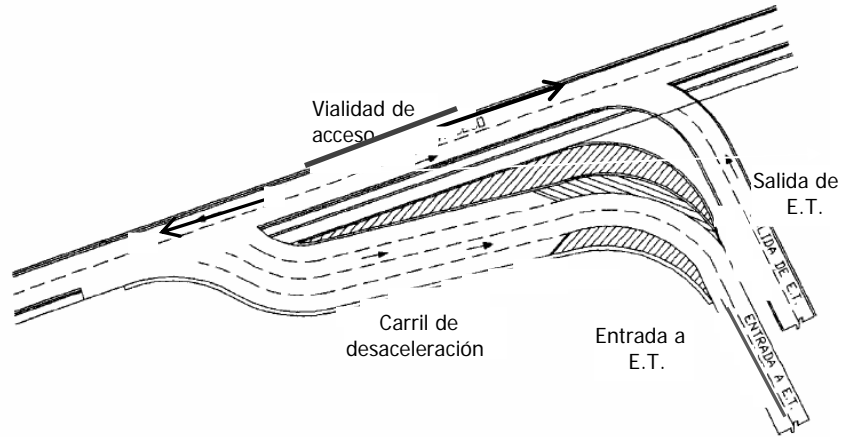


Figura 2.4 Carril de desaceleración.  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

### ***Carril de encolamiento***

Será un sitio ex profeso para que los vehículos de recolección y de transferencia se estacionen temporalmente esperando su turno ya sea para ingresar al patio de descarga o al túnel de transferencia en el caso de vehículos de transferencia.

La zona de espera se utilizará para los recolectores en las horas pico que es cuando llega la mayor parte de los camiones recolectores, mientras que los vehículos de transferencia utilizarán el estacionamiento antes y después de estas horas pico. A continuación en la figura 2.5 se muestra el carril de encolamiento.

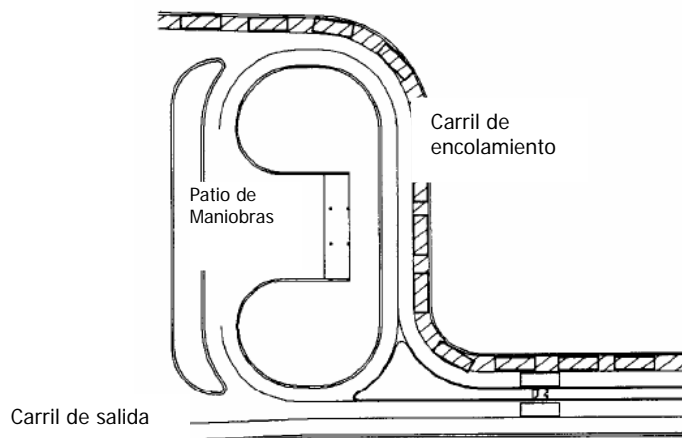


Figura 2.5 Carril de encolamiento.  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

---

---

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

La ubicación de este carril de encolamiento será justo antes de las rampas de acceso al patio de descarga o al túnel de transferencia. En base a estudios de tiempos y movimientos, se establecerá un número promedio de cajones para vehículos recolectores y vehículos de transferencia. Con la ubicación de este carril dentro del predio se evita conflictos en la vialidad exterior.

### ***Rampas***

Las pendientes de las rampas de acceso y salida de la estación de transferencia, tanto para vehículos recolectores como de transferencia, deberán ser inferiores al 8% el cual es considerado como un valor máximo para la pendiente de una rampa. La pendiente ideal sería que por cada 10 metros que se avance, la superficie de rodamiento se elevara o profundizara un metro.

No es conveniente emplear pendientes mayores, debido a que habrá mas desgaste en los vehículos recolectores los cuales van llenos a un 90% de su capacidad en su tránsito ascendente a lo largo de la rampa, generando con ello una mayor emisión de gases no combustionados dentro de la estación, producto del esfuerzo que realizan los vehículos recolectores al transitar sobre pendientes muy inclinadas.

El ancho de las rampas de acceso y salida para vehículos recolectores será de 3.5 m mientras que para vehículos de transferencia será de 4.0 m es conveniente que las rampas cuenten con 2 carriles con el fin de evitar detenciones en la operación de la estación por la descompostura de algún vehículo.

### ***Señalización***

Para este fin se realizara una revisión de las diversas áreas pertenecientes a la estación de transferencia, con el objetivo de distribuir y establecer el tipo de señalización a colocar; esta señalización deberá ser colocada en sitios visibles y con alturas apropiadas para que el personal las ubique rápidamente. Dentro de la señalización vertical y horizontal que podría utilizarse encontramos:

- Reducción de velocidad
- Zona administrativa
- Zona de pesaje
- Extinguidor
- Zona de encolamiento
- Sanitarios
- Zona de descarga
- Flechas de sentido de circulación

---

---

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

- Zona de carga
- Líneas separadoras de carril
- Zona de talleres
- Líneas conductoras de carril
- Zona de servicios
- Líneas conductoras de pasos peatonales

### ***Patio de maniobras***

Es el sitio que utilizan los vehículos de recolección para realizar sus maniobras de acomodo antes de verter los residuos transportados en las líneas de atención, las cuales caerán dentro de la carrocería de transferencia.

Un punto importante en el patio de maniobras es el diseño del acceso y salida, con la finalidad de evitar que los vehículos recolectores realicen movimientos innecesarios. La dimensión de estos patios estará en función del número de líneas de servicio y su distribución dentro de la estación de transferencia.

En la figura 2.6 se ilustra dicho patio de maniobras que deberá ser lo suficientemente amplio para que puedan realizar los movimientos necesarios para descargar los residuos.

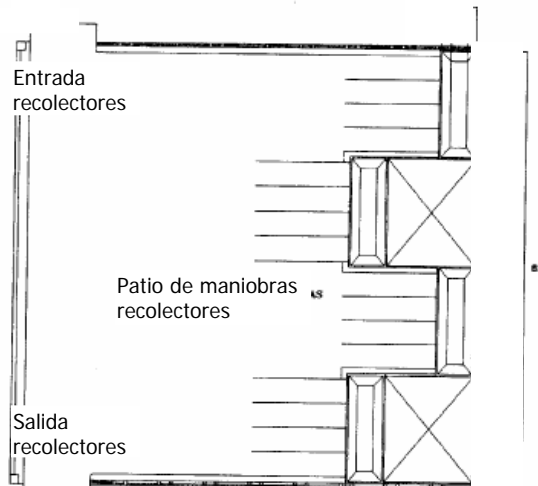


Figura 2.6 Patio de maniobras  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

---

---

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA***

### ***Líneas de servicio***

Es el área destinada para que los vehículos recolectores depositen los residuos transportados dentro de los servidores. Las líneas de servicio constan de 4 servidores (tolvas), este criterio se estableció considerando la longitud de la caja de transferencia con lo que se estará en posibilidad de descargar 4 camiones simultáneamente.

### ***Patio de carga***

Es el sitio en el cual se realizan las maniobras de acomodo y circulación de los vehículos de transferencia. Su ubicación esta por debajo de las líneas de servicio, la altura estará en función del tipo de caja de transferencia a emplear. Este patio debe ser amplio y capaz de soportar fuertes cargas dinámicas ya que sobre el actuaran vehículos de transferencia.

La dimensión de estos patios estará en función del número de líneas de atención existentes en la estación, mas un carril adicional para la circulación de los vehículos de transferencia. Para fines de dimensionamiento se considerará una dimensión unitaria por carril de 4.0 metros como máximo. La distancia entre la pared del patio y el vehículo de transferencia deberá de ser de 0.60 metros.

### ***Oficinas***

Es el lugar destinado para el personal que opera la estación de transferencia y donde se realizaran labores de organización y administración.

### ***Talleres***

Es un área que cuenta con el equipo e instalaciones necesarias para realizar reparaciones menores y mantenimiento rutinario de los vehículos de transferencia. Dentro de estas instalaciones se ubicara el área de mantenimiento y conservación de la Estación de Transferencia.

### ***Estacionamientos***

Son los sitios destinados para los vehículos al servicio de la estación de transferencia. Entre los vehículos a los que nos referimos están los de recolección, los de transferencia, los del personal que labora en la estación y de los visitantes.

Un punto importante es el destinar áreas exclusivas para cada tipo de vehículos con la finalidad de no utilizar los patios de maniobras o vialidades, lo que entorpecería el buen funcionamiento de la estación.

### ***Techumbre***

La finalidad de la techumbre en la estación de transferencia es una medida de mitigación para evitar la dispersión de polvos, partículas u humo hacia los alrededores de la estación, así como un aislante acústico que evite la propagación de ruido, el cual en algunos casos rebasa los límites permisibles.

Otra ventaja de la techumbre es en la época de lluvias, cuando los residuos llegan excesivamente húmedos y al momento de transferirlos la lluvia ocasiona que se generen líquidos (lixiviados) produciendo con esto un sobrepeso de los residuos sólidos.

En la figura 2.7 se muestra la techumbre de una estación de transferencia la cual sirve para evitar la propagación de polvos provenientes del vertido de los residuos de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia.

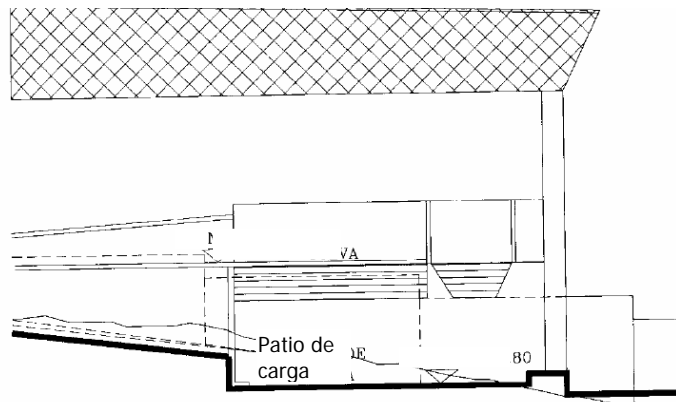


Figura 2.7 Techumbre  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología

### ***Caseta de control***

La función de esta caseta es la de llevar un registro y pesaje de los vehículos que ingresan y salen de la estación de transferencia, así como el de vigilancia evitando la entrada de personal y vehículos no autorizados.

La ubicación de esta caseta se localiza en el acceso principal con una área promedio de construcción de 20 m<sup>2</sup> es conveniente que en esta caseta se instale sanitario para el personal que labore.

### ***Báscula***

Su función es la de registrar el peso y la tara de los diferentes vehículos de recolección y transferencia que ingresan o salen de la estación. El tipo de báscula a emplear es el de plataforma en la cual el vehículo se coloca y por medio de



---

---

## **ESTACIONES DE TRANSFERENCIA**

---

---

dispositivos electrónicos la lectura llega a una computadora, la que a su vez almacena los datos en su memoria.

La báscula necesita de una pequeña caseta donde se instalará la computadora junto con otros implementos. La capacidad de la báscula será de 50 toneladas. La instalación de este tipo de báscula no requiere de grandes preparativos ya que solo se necesita un área de 70 m<sup>2</sup> de suelo sin desnivel.

### ***Barda perimetral y barrera visual***

La función de ambas es la de limitar el perímetro de la estación, dando un aspecto exterior estético y agradable de la instalación. La barda perimetral se construirá utilizando el panel W-11 el cual es un magnífico aislante acústico, la altura promedio de la barda es de 6 metros. Las barreras visuales pueden ser de árboles tanto afuera como dentro de la estación de transferencia para evitar que las actividades de la estación sean vistas por los vecinos y con esto crear un clima de desconfianza en la comunidad. En la figura 2.8 se ilustra un ejemplo de una barda perimetral así como sus medidas recomendadas.

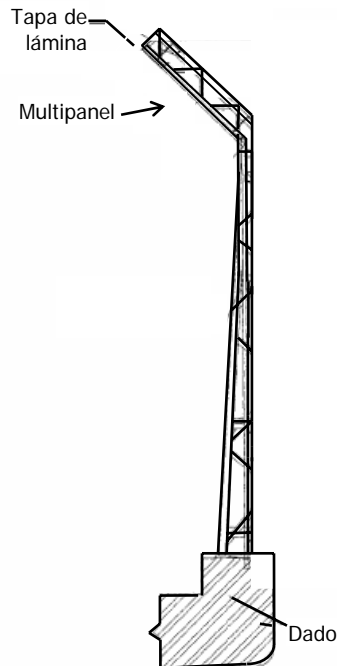


Figura 2.8 Barda perimetral  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

***Aspersores y extractores***

Son equipos que mitigan la propagación de polvos, partículas y humos dentro de las áreas del patio de maniobras, líneas de servicio, patio de carga, etc, que afectan el sistema respiratorio de los trabajadores que laboran en la estación.

Los aspersores se utilizan para controlar la suspensión y emisión de polvos, mediante un sistema de atomización con agua adicionada con un reactivo desinfectante. Esta atomización se puede efectuar con un sistema de boquillas alimentadoras con agua presurizada mediante un compresor, o por medio de llaves de paso rápido individual colocando 4 por línea de servidor y con una altura de 2 metros a partir del patio de maniobras.

Los equipos de extracción son utilizados para limpiar el aire en las áreas antes mencionadas y son colocados en la parte superior del capuchón de la línea de servicio, así como en la parte final de la misma. El procedimiento es colocar rejillas en los sitios antes mencionados y por medio de una campana extractora trasladar los polvos, humos y partículas fuera de la línea de servicio.

A continuación se muestra en la figura 2.9 un ejemplo del equipo de extracción y sus características generales para su buen funcionamiento.

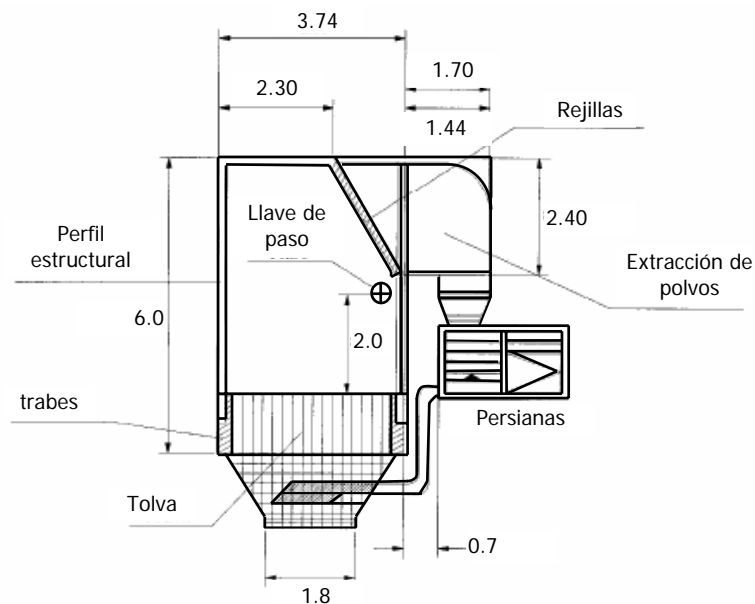


Figura 2.9 Equipo de extracción.  
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 1996

### ***Requisitos de Capacidad en una Estación de Transferencia***

Se debe evaluar cuidadosamente los requisitos de capacidad de rendimiento y almacenamiento en la planificación y en el diseño de las estaciones de transferencia. La capacidad de rendimiento de una estación de transferencia debe ser tal, que los vehículos de recolección no tengan que esperar mucho para descargar. En la mayoría de los casos, no será rentable diseñar la estación para manejar el máximo número de cargas por hora. Idealmente se debería hacer un análisis económico. Por ejemplo, para los dos tipos de estaciones de transferencia, se debería hacer un balance sobre el costo anual del tiempo de espera para descargar los vehículos de recolección frente al aumento del costo anual de una estación de transferencia más grande y/o uso de más equipamiento de transporte.

Debido al aumento del costo del equipo de transporte, se debe de hacer un análisis entre la capacidad de la estación de transferencia y el costo de operación de transporte, incluyendo los componentes de equipamiento y mano de obra. Es decir, se puede presentar el caso en el que sea más rentable incrementar la capacidad de una estación de transferencia, y funcionar con menos vehículos de transporte mediante el incremento de las horas de trabajo que utilizar una estación de transferencia más pequeña y comprar más vehículos de transporte.

### ***Requisitos de Equipamiento y Accesorios***

En una estación de transferencia de descarga directa se necesita algún tipo de vehículo, normalmente con cubiertas macizas de goma, para manejar los residuos en los vehículos de transferencia. Se necesita otro vehículo para empujar los residuos y volcar la carga en los vehículos de transferencia. Los tipos y cantidades de equipamiento varían según la capacidad de la estación.

En una estación de transferencia de descarga indirecta, es necesario uno o más tractores para romper los residuos y empujarlos a la tolva de carga. Se necesita equipamiento adicional para distribuir los residuos y balancear las cargas.

### ***Requisitos Ambientales***

Mediante una correcta operación y construcción se pueden minimizar los impactos ambientales de las estaciones de transferencia. La mayoría de las estaciones de transferencia modernas y grandes están cerradas y construidas con materiales de fácil mantenimiento y limpieza. Para eliminar emisiones accidentales, las instalaciones cerradas deberán tener equipamiento para tratar el aire dentro de la instalación. En la mayoría de los casos, se utiliza una construcción a prueba de fuegos para las estaciones de transferencia de descarga directa con zonas de carga abiertas.

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA***

---

---

La mejor forma de mantener las condiciones sanitarias globales de una estación de transferencia consiste en controlar la operación continuamente. Se deben de recoger inmediatamente los residuos sólidos caídos, o en cualquier caso no se deberían dejar acumular durante más de 1 o 2 horas. También es necesario lavar la zona donde caen estos (túnel de transferencia).

---

---

**CAPÍTULO III**  
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN  
EL D.F.

---

---

### III. Estaciones de transferencia en el DF

#### 3.1 Antecedentes

Las estaciones de transferencia han ido surgiendo a nivel mundial debido a la problemática de la recolección de basura y a partir del análisis costo-beneficio ya que se observó que los costos de recolección se elevaban y los tiempos que se hacían hacia el sitio de disposición final eran muy grandes y no se cubrían las necesidades de recolección de la población. Entonces se pensó en las estaciones de transferencia para que los vehículos recolectores se concentraran y depositaran los residuos en otros vehículos de mayor capacidad y estos la transportaran al sitio de disposición final.

Han surgido diferentes maneras de verter los residuos a las estaciones de transferencia, las cuales también han ido mejorando por las necesidades y experiencias obtenidas en los diferentes países del mundo.

En la Ciudad de México, la concentración poblacional, industrial, comercial y de servicios ha presentado crecientes demandas de atención para tareas específicas de diversos servicios públicos, entre estos el manejo de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos que se generan diariamente en la ciudad de México son recolectados a través de unidades propiedad del Gobierno del Distrito Federal y asignados a las diferentes delegaciones políticas.

El sistema de recolección es responsabilidad de las delegaciones políticas, su función termina con la descarga de los residuos sólidos en las diferentes estaciones de transferencia o en los sitios de disposición final autorizados.

Así mismo cabe destacar que los residuos sólidos que se manejan en este sistema son de naturaleza municipal, por lo tanto los residuos tóxicos quedan sujetos a un manejo mas especializado.

Las ciudades densamente pobladas como la ciudad de México, demandan mejores servicios de parte del gobierno y exigen la aplicación de métodos que mantengan la buena imagen, el equilibrio ecológico y la protección de la salud de sus habitantes; tal es el caso de la recolección, transporte y transferencia de los residuos sólidos.

El manejo de los residuos sólidos por medio de estaciones de transbordo se inicia en México en los años 70's, es en esta época cuando se construyen 5 estaciones, teniendo todas estas instalaciones la característica de contar con tolvas donde se

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL D.F.***

---

---

podía descargar un solo vehículo a la vez a cada trailer de transferencia que en ese entonces era de tipo compactador.

Esto representaba una problemática en la recepción de los residuos sólidos ya que provocaban largas filas de recolectores en espera de descargar los residuos.

Durante 1985 a raíz de la clausura de diversos tiraderos a cielo abierto en la ciudad de México, el servicio de recolección resintió los efectos al tener que realizar mayores recorridos, por lo que la transferencia de residuos adquirió gran importancia, resultando ser el punto clave para mantener y mejorar los niveles del servicio de recolección encomendados a las distintas delegaciones políticas.

En tal sentido se hizo necesario fortalecer el servicio de transferencia, por lo cual se requirió la incorporación de mayor número de vehículos así como la concertación con las delegaciones políticas para prestar el servicio con cobertura regional ya que anteriormente solo se atendía la recolección de transferencia.

Por lo anterior fue necesario adaptar las instalaciones para poder eficientar la descarga de los vehículos recolectores y poder descargar 3 vehículos al mismo tiempo a un solo trailer de transferencia. Se requirió el incremento y la modernización de los equipos de transferencia por lo que se considero estratégica la participación de empresas prestadoras de servicio para diversificar la participación en las diferentes estaciones de transferencia, sin correr riesgos de falta de servicio o incremento en los precios de transporte.

Una vez concertada la operación mixta del sistema de transferencia se desarrolló un programa de modernización y cambio de imagen en el servicio de transferencia al incorporar a las instalaciones techumbres, paredes acústicas, sistema de captación de polvos y espacios suficientes en caso de encolamientos, programas intensivos de limpieza y conservación de la buena imagen en las instalaciones y visto en conjunto una mejor calidad y eficiencia en el proceso del manejo de residuos sólidos en su etapa de transferencia. El sistema de transferencia ha operado de la siguiente manera:

En las instalaciones mas antiguas el control del inmueble lo lleva a cabo la delegación política así como el control del acceso de los vehículos que ingresan a depositar los residuos sólidos; en algunos casos la delegación participa en el traslado de los residuos sólidos a los sitios de disposición final, estas unidades son operadas por personal adscrito a las delegaciones, sin embargo tienen como actividad principal el llenado de las cajas de transferencia.

Las funciones operativas de la Dirección General de Servicios Urbanos se abocan al acarreo de los residuos sólidos, así como a las actividades de apoyo necesarias para llevar a cabo la operación tales como: limpieza, control de fauna nociva y el control de las actividades mencionadas.

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL D.F.***

---

---

Por otra parte, en las estaciones de construcción reciente como Tlalpan, Álvaro Obregón, Gustavo A. madero, Xochimilco, Azcapotzalco e Iztapalapa, las actividades relacionadas con la prestación del servicio de transferencia las lleva a cabo totalmente la D.G.S.U. además de llevar el control del inmueble.

Las delegaciones políticas tienen como función operativa principal la recolección de los residuos sólidos de cada una de ellas y adicionalmente tienen programas paralelos de recolección tales como la atención a parques y jardines, camellones en vías rápidas etc. Así como programas de poda de árboles, desazolve de colectores y el retiro de residuos en tiraderos clandestinos.

La prestación del servicio de transferencia de residuos sólidos municipales se realiza de manera coordinada entre la Dirección General de Servicios Urbanos y las delegaciones políticas; para tal efecto el sistema se compone de 13 estaciones de transbordo las cuales se encuentran distribuidas estratégicamente en el Distrito Federal.

Es importante señalar que los residuos sólidos solo permanecen en la estación el tiempo necesario para ser vaciados en vehículos de mayor capacidad y ser trasladados de inmediato a los sitios de disposición final o a las plantas seleccionadas de subproductos.

La Dirección General de Servicios Urbanos tiene la responsabilidad de coordinar las acciones complementarias necesarias para llevar a cabo el transbordo de los residuos sólidos en cada una de las estaciones de transferencia, tales como la limpieza intensiva con el propósito de mejorar la imagen y salvaguardar la salubridad de las instalaciones y con ello disminuir el impacto ambiental que pudieran causar estas. Cuenta con un programa permanente de control de fauna nociva para asegurar la protección de la estación de transferencia y su entorno.

Para tal efecto se ha realizado un programa de construcción y modernización de las instalaciones de las estaciones de transferencia incorporando elementos como techumbres y muros acústicos, sistemas de extracción y filtración de aire dotación de espacios suficientes para la descarga de colectores (tolvas) etc.

Acorde con las instalaciones con que cuenta el Gobierno del Distrito Federal, se ha trabajado para mantener una adecuada imagen institucional de los equipos que prestan el servicio de transferencia, además de cumplir con las normas que rigen el auto transporte; por otra parte se ha modernizado el parque vehicular, lo cual permite trabajar con mayor seguridad y eficiencia, siempre buscando la calidad en la operación al incorporar sistemas permanentes de control en el desarrollo de las actividades.



## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL D.F.***

---

---

Durante los últimos diez años se ha venido registrando un fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento para el manejo de los residuos sólidos, en donde se han presentado grandes dificultades para su desarrollo.

Cabe señalar que en la Ciudad de México se generan mas de 11 000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales, cuya aportación promedio por habitante es de poco mas de 1.3 kg al día.

Los distintos sectores de la población que la generan, por sus características se han clasificado en domiciliarios, comerciales, de servicios, especiales y áreas públicas. Los domiciliarios constituyen la principal fuente de generación contribuyendo con el 53% del volumen total, los comercios y servicios participan con el 37%, los especiales, áreas públicas, y otras con el 10% restante.

De estas cifras 9 300 toneladas pasan diariamente por el sistema de transferencia para ser trasladados posteriormente a los sitios de disposición final. Estos volúmenes han demandado la necesidad de construir y rehabilitar estaciones de transferencia.

### 3.2 Operación, equipamiento y características de las 13 estaciones.

#### ***Operación:***

El proceso operativo de las estaciones de transferencia consta del siguiente proceso:

El camión recolector ingresa a la estación en donde es canalizado a una rampa de ascenso que lo eleva a un primer nivel en donde se encuentra el patio de operación. Ahí la unidad es registrada según su delegación procedente y número económico; posteriormente es dirigido a las tolvas de vaciado, en donde luego de realizar una maniobra vehicular, el operador lo coloca en reversa frente a la tolva para que el ayudante abra la tapa del camión e inicie el vaciado de los residuos. Posterior a ello, la unidad se dirige hacia la salida para reintegrarse a sus actividades.

Bajo las tolvas de vaciado, es decir, a nivel de piso, se localiza el túnel de transferencia, en donde los tractocamiones, con caja de 20 toneladas, reciben los residuos descargados por las unidades de recolección. Una vez llenos, son lavados y enlonados para finalmente ser canalizados a las básculas de 80 toneladas para su pesaje. Terminado este proceso, el conductor del tractocamión recibe la indicación del destino al cual ha de transportar la carga de desechos, ya sea a la planta de selección o bien al relleno sanitario.

Personal de empresas contratadas por la DGSU realiza el registro y control de las unidades para verificar las frecuencias de viajes de recolectores; viajes de

## ***ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL D.F.***

---

---

tractocamiones hacia las plantas o al relleno sanitario, pasajes, toneladas transportadas y tiempos de movimientos.

### ***Equipamiento:***

Las estaciones de transferencia cuentan con una serie de equipos que las caracteriza, entre los cuales se incluyen:

- Equipos de aspersión de agua en zona de tolvas para la precipitación de polvos y partículas
- Sistemas de depuración de aire en patio de maniobras
- Paredes acústicas para amortiguamiento de ruidos
- Techumbre en el área de operación
- Equipos contra incendio
- Áreas verdes, vialidades internas, estacionamientos, talleres, area de encolamiento
- Sanitarios, regaderas, vestidores, oficinas, vigilancia.
- Murales distintivos para su compatibilidad al entorno.

***Características de las 13 estaciones de transferencia***

**ÁLVARO OBREGÓN**

La estación de transferencia Álvaro Obregón se encuentra ubicada en Prolongación Eje 5 Sur San Antonio No. 424, Colonia Carola. Empezó a funcionar en el año de 1992 contando con una operación regional. Administrada por la DGSU, cuenta con una superficie total de 11,200 m<sup>2</sup> y una superficie construida de 4,200 m<sup>2</sup>. Recibe 950 toneladas al día de residuos sólidos municipales y cuenta con 30 tractocamiones.

Tiene una capacidad instalada de 3,500 toneladas con 4 tolvas en operación, con capacidad para alojar 12 cajones para camiones recolectores, con una báscula que registra un peso máximo de 80 toneladas (únicamente registra el peso de los tractocamiones no registra el peso de los recolectores) y un ingreso de 280 recolectores por día. Sus delegaciones depositantes son: Álvaro Obregón, Benito Juárez, Magdalena Contreras y Cuajimalpa.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Bordo Poniente que se encuentra a 26.6 Km. de distancia y el relleno sanitario de Bordo Poniente que se ubica a 29.4 Km. de distancia.

Como datos básicos del funcionamiento de esta estación de transferencia tenemos se trabaja de lunes a domingo de 7:00 a 21:00 h. Cuentan con 2 rampas de descenso. Reciben poda, separan poda, separan orgánicos y reciben cascajo y el horario de los contenedores de cascajo es de de 9:00 a 17:00 h. también de lunes a domingo. La orientación de la estación es de Oriente a Poniente y ni en su rampa ni en su patio se estacionan autos.

**AZCAPOTZALCO**

La estación de transferencia de Azcapotzalco se encuentra en el norte de la ciudad en la Calle 4 s/n, y Prolongación Naranja, Colonia Ampliación del Gas.

La estación de transferencia de la Delegación Azcapotzalco empezó a dar servicio en 1973, después tuvo adecuaciones en 1994 y 1995, su operación es de tipo regional y su administración esta coordinada entre la DGSU y la delegación política correspondiente.

Tiene una superficie total de 8,900 m<sup>2</sup> y una superficie construida de 6,607m<sup>2</sup>. Cuenta con 18 tractocamiones y recibe 1,094 toneladas de residuos al día. Tiene una capacidad instalada de 1,400 toneladas con 3 tolvas en operación y 9 cajones para recolectores, cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso y tiene un ingreso de recolectores por día de 280 unidades. Cuenta con una báscula que tiene como capacidad 40 toneladas. En esta estación si se estacionan autos en su rampa o patio.

Sus delegaciones depositantes son Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Benito Juárez y Miguel Hidalgo.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección Bordo Poniente y el Relleno Sanitario Bordo Poniente con una distancia de 21.1 y 23.6 Km. respectivamente.

La orientación de la estación es de Norte a Sur.

Su horario de trabajo es de 24 horas de domingo a jueves y de 7:00 a 18:00 horas de viernes a sábado. En esta estación de transferencia existe la separación de orgánicos, reciben poda pero no la separan, reciben cascajo, el horario de los contenedores de cascajo es de 7:00 a 18:00 horas.

**BENITO JUÁREZ**

La estación de transferencia Benito Juárez se encuentra localizada en el Callejón Santísima y Prolongación Yácatas s/n, Colonia Emperadores.

Esta estación de transferencia empezó a servir en el año de 1983 y tuvo que ser adecuada y remodelada diez años después en 1993. Su operación es local y su administración es netamente delegacional.

Su superficie total es de 8,840 m<sup>2</sup> y su superficie construida es de 7,380m<sup>2</sup>.

Cuenta con 12 tractocamiones y recibe 550 toneladas de residuos al día. Su capacidad instalada en toneladas es de 1,500, y solamente se depositan en esta estación los residuos contenidos en los vehículos recolectores de la misma delegación. Cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso. Cuenta con 3 tolvas y 9 cajones para vehículos recolectores, su báscula es de 80 toneladas.

Los sitios a los que se disponen estos residuos son la planta de selección de San Juan de Aragón y el relleno sanitario de Bordo Poniente.

Respecto a su operación diaria la estación de transferencia Benito Juárez labora de lunes a domingo de 6:00 a 21:00 h. No separan orgánicos, no reciben casajo, si recibe poda pero esta no es separada.

La orientación de esta estación de transferencia es de Norte a Sur y No se estacionan autos en su rampa o patio.

COYOACÁN

La estación de transferencia de la delegación Coyoacán tiene ubicadas sus instalaciones en Calzada de Tlalpan No. 330 esquina Viaducto Tlalpan, Col. Santa Ursula Coapa.

Tiene una superficie total de 12,187m<sup>2</sup> y una superficie construida de 6,798 m<sup>2</sup>. Su operación es de tipo regional y empezó a trabajar en 1985 siendo remodelada en 1992. Su administración es de tipo coordinada.

Recibe 1,275 toneladas por día aunque su capacidad instalada es de 1,200 toneladas y cuenta con 25 tractocamiones, tiene 3 tolvas en operación y cuenta con 9 cajones para vehículos recolectores y un ingreso de 700 recolectores por día. Las delegaciones depositantes de esta estación de transferencia son Coyoacán, Tlalpan y Magdalena Contreras.

Cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso. Su báscula estima un peso máximo de 80 toneladas cabe mencionar que los únicos vehículos que se pesan son los tractocamiones.

Sus sitios de disposición final son planta de selección de Santa Catarina la cual esta a 27.9 km de distancia y el relleno sanitario Bordo Poniente el cual se encuentra a 30.6 km de dicha estación.

Laboran 24 horas de domingo a jueves y de 6:00 a 21:00 horas de viernes a sábado. En esta estación de transferencia no se recibe cascajo, si reciben poda y también es separada, y también existe la separación de orgánicos. La orientación de esta estación es de norte a sur y no se estacionan autos en rampa y patio.

CUAUHTÉMOC

La ubicación de la estación de transferencia de la delegación Cuauhtémoc es Eje 3 Sur (Chabacano) esquina Eje 1 Oriente s/n, Col. Ampliación Asturias.

Esta estación cuenta con un área construida de 4,420 m<sup>2</sup> aunque su superficie total es de 7,300m<sup>2</sup>. Su capacidad instalada en toneladas es de 1,130, aunque solo recibe 1,078 toneladas al día. Tiene a su disposición 19 tractocamiones y un ingreso de 430 vehiculos recolectores por día. Cuenta con 3 tolvas en operación y por lo tanto con 9 cajones para camiones recolectores. Su báscula es de 40 toneladas. Cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso. En esta estación no se recibe cascajo, si se recibe poda pero no la separan y tampoco realizan la separación de orgánicos.

La orientación de esta estación es de Oriente a Poniente. Si estacionan autos en rampa o patio.

Sus delegaciones depositantes son las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez. Su horario laboral es de 24 horas por jornada de lunes a domingo.

Su sitio de disposición final es la planta de selección de Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente los cuales se encuentran a una distancia de 18.7 y 21.4 km respectivamente.

Esta estación lleva trabajando 28 años empezó a dar servicio en 1979 y se tuvieron que hacer adecuaciones en 1992. Su operación es de tipo regional y su administración es coordinada.

GUSTAVO A. MADERO

La estación de transferencia de la Delegación Gustavo A. Madero se encuentra localizada en Avenida 608 y avenida 412 s/n, Col. San Juan de Aragón.

Esta estación de transferencia entro en función en el año de 1974 y tuvo remodelaciones en 1993, su operación es de tipo local y su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos. Tiene una superficie de 3000 m<sup>2</sup> y una superficie construida de 2,800 m<sup>2</sup>. Recibe 653 toneladas al día de residuos sólidos y cuenta con 8 tractocamiones. Su báscula tiene un peso máximo de 80 toneladas y la orientación de sus instalaciones es de Oriente a Poniente.

Tiene una capacidad instalada de 1,200 toneladas y cuenta con 4 tolvas en operación, además de 16 cajones para recolectores, y tiene un ingreso de 300 recolectores por día.

Su horario de trabajo es de 24 horas de domingo a jueves y de 6:00 a 20:00 horas de viernes a sábado, Cuenta con una rampa de ascenso y descenso.

En esta estación de transferencia reciben cascajo y el horario de su contenedor es de 6:00 a 18:00 h, reciben poda pero no la separan y tampoco separan orgánicos.

Sus delegaciones depositantes son Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza.

Sus sitios de disposición final son planta de selección de San Juan de Aragón la cual se encuentra a 11km de distancia y el relleno sanitario de Bordo Poniente el cual se encuentra a 21.4 km de distancia.



**IZTAPALAPA**

La ubicación de la estación de transferencia de Iztapalapa se ubica en Prolongación Eje 5 Sur No. 7 a un costado de Zona de Chinampería "Santa Rosa", Central de Abasto.

Empezó a dar servicio en el año de 1985 y se tuvieron que hacer adecuaciones en 1992 su operación es de tipo local y su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos, su superficie total es de 8,871 m<sup>2</sup> y su superficie construida es de 4,563m<sup>2</sup>, cuenta con 20 tractocamiones y recibe 1,213 toneladas por día de residuos. Tiene una capacidad instaladas de 2,800 toneladas y cuenta con 3 tolvas en operación y 10 cajones para recolectores con un ingreso de 500 vehículos por día. No se estacionan autos en rampa o patio. Cuentan con 2 rampas de ascenso y descenso. Su báscula es de 80 toneladas.

La orientación de esta estación de transferencia esta ubicada de Oriente a Poniente. Sus delegaciones depositantes son Iztapalapa y Benito Juárez.

En esta estación de transferencia se recibe cascajo, reciben poda la cual separan y también separan orgánicos, su horario de trabajo es de 24 horas de domingo a jueves y de 6:00 a 21:00 de viernes a sábado, el horario de contenedores de cascajo es de 8:00 a 18:00 h.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente y se encuentran localizados a 13.6 y 16.3 km respectivamente.

**CENTRAL DE ABASTO (IZTAPALAPA II)**

Prolongación Eje 5 Sur No. 7 a un costado de zona de Chinampería "Santa Rosa", Central de Abasto.

Empezó a funcionar en 1992 su operación es de tipo regional y esta administrada por la Dirección General de Servicios Urbanos. Cuenta con una superficie total de 9,949 m<sup>2</sup> y con una superficie construida de 6,746m<sup>2</sup>.

Cuenta con 19 tractocamiones y recibe 1,226 toneladas por día de residuos sólidos, aunque su capacidad instalada es de 2,800 toneladas, su báscula registra un peso de 80 toneladas, cuenta con 3 tolvas en operación y 12 cajones para recolectores. Su orientación es de Norte a Sur

Tiene un ingreso de 380 vehículos recolectores por día y no se estacionan autos en su rampa o patio. Tiene 1 rampa de ascenso y descenso.

Su horario de operación es de 24 horas de domingo a jueves y de 6:00 a 21:00 horas de viernes a sábado. En esta estación se recibe poda pero no se separa, no se recibe cascajo y no se separan orgánicos.

Sus delegaciones depositantes son Iztacalco, Central de Abasto, y Benito Juárez

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina la cual se encuentra ubicada a 13.5 km de distancia y el relleno sanitario Bordo Poniente el cual se ubica a 16.5 km de distancia.

MIGUEL HIDALGO

La estación de transferencia de la Delegación Miguel Hidalgo se localiza en la Calle 11, entre Avenida Tecamachalco y Sierra Santa Rosa s/n Col. Reforma Social.

Esta estación de transferencia empezó funcionar en 1972 y tuvo remodelaciones en 1993. Su operación es de tipo regional y su administración es coordinada entre la DGSU y la delegación política correspondiente, su superficie total es de 6,426m<sup>2</sup> y su superficie construida es de 4,400 m<sup>2</sup>.

Esta estación de transferencia cuenta con 16 tractocamiones y recibe 536 toneladas por día de residuos sólidos. Cuenta con 3 tolvas en operación y cuenta con 9 cajones para vehículos recolectores, tiene un ingreso de 230 recolectores por día, en esta estación se estacionan autos en rampa o patio. Tiene una rampa de ascenso y descenso. Tiene una capacidad instalada de 2,500 toneladas. Su báscula registra un peso máximo de 80 toneladas.

En esta estación de transferencia no reciben cascajo, si reciben poda y también la separan, además también separan orgánicos.

Su horario de trabajo es de lunes a domingo es de 6:00 a 21:00 horas

La delegación depositante solo es Miguel Hidalgo. Su orientación es de Oriente a Poniente.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina la cual está a 22.6 km de distancia de la estación y el relleno sanitario de Bordo Poniente el cual se encuentra a 25.2 km.

MILPA ALTA

Esta ubicada en la calle de Guanajuato Oriente casi esquina Quintana Roo s/n, Col. Barrio la Concepción.

La estación de transferencia de Milpa Alta entro en función en el año de 1987 y tuvo remodelaciones en el 2000 su operación es de tipo local y su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos, tiene una superficie total de 1,500 m<sup>2</sup>, Cuenta con 16 tractocamiones y recibe 71 toneladas de residuos sólidos al día, tiene una capacidad instalada de 900 toneladas, y 1 tolva en operación tiene un ingreso de 45 recolectores por día y su delegación depositante es Milpa Alta, Su báscula registra un peso máximo de 80 toneladas y cuenta con 2 cajones para vehículos la orientación de la estación es de Norte a Sur, no se estacionan autos en rampa o patio y cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso.

En esta estación de transferencia no reciben cascajo, si reciben poda pero no la separan y tampoco separan orgánicos.

Su horario de trabajo es de 6:00 a 16:00. Sus sitios de disposición final son la planta de selección Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente.

TLALPAN

La estación de transferencia de Tlalpan se localiza en la carretera Picacho-Ajusco Km. 5.5 Col. Belvedere.

La estación de transferencia de Tlalpan entro en función en el año de 1993, su operación es de tipo regional y su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos, cuenta con 12 tractocamiones y recibe 341 toneladas al día. Su superficie es de 24,300 m<sup>2</sup>.

Su capacidad instalada es de 1,500 toneladas y cuenta con 3 tolvas en operación, y con 12 cajones para recolectores, tiene un ingreso de 230 recolectores por día, sus delegaciones depositantes son Tlalpan y Magdalena Contreras.

Su báscula registra un peso máximo de 80 toneladas y su orientación es de Oriente a Poniente, estacionan autos en rampa o patio. Tiene 2 rampas de ascenso y descenso.

En esta estación de transferencia si reciben cascajo, si reciben poda pero no la separan y no separan orgánicos. Y su horario de trabajo de domingo a lunes es de 6:00 a 21:00 horas. Y los horarios del contenedor de cascajo es de 8:00 a 14:00 horas.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente los cuales se encuentran a 37.7 y 39.1 km de distancia respectivamente.

VENUSTIANO CARRANZA

La estación de transferencia se localiza en la calle Agustín Lara esquina Joaquín Pardave, Col. Magdalena Mixhuca.

Empezó a funcionar en 1974 y tuvo que ser remodelada en 1993, su operación es de tipo regional y su administración es de tipo coordinado cuenta con 15 tractocamiones y recibe 920 toneladas por día. Tiene una superficie total de 6,516m<sup>2</sup> y una superficie construida de 6,208 m<sup>2</sup>. Su capacidad instalada es de 750 toneladas y cuenta con 3 tolvas en operación, tiene un ingreso de 255 vehículos recolectores por día y sus delegaciones depositantes son Venustiano Carranza, Iztacalco, Benito Juárez y Cuauhtémoc.

Tiene una báscula de 80 toneladas y 9 cajones para recolectores, Su orientación es de Norte a Sur y si estacionan autos en rampa o patio. Cuentan con 2 rampas de ascenso y descenso.

En esta estación si reciben cascajo, si reciben poda la cual es separada y no se realiza la separación de orgánicos. Su horario de trabajo es de 24 horas de domingo a jueves y de 6:00 a 21:00 horas de viernes a sábado y ese mismo horario lo tienen los contenedores de cascajo.

Sus sitios de disposición final son planta de selección de San Juan de Aragón ubicado a 14.9 km de la estación y el relleno sanitario Bordo poniente el cual se ubica a 17.5 km.

XOCHIMILCO

La estación de transferencia Xochimilco esta ubicada en Francisco I Madero No. 9977 antigua carretera Xochimilco Tulyehualco, San Pueblo Luís Tlaxialtemalco.

Su apertura ocurrió en 1985 y su remodelación se llevo a cabo en 1994-1995, su operación es de tipo regional y su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos, cuenta con 11 tractocamiones y recibe 435 toneladas por día tiene una superficie total de 8,867m<sup>2</sup> y una superficie construida de 7,507m<sup>2</sup>. Cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso.

Su capacidad instalada es de 1500 toneladas y cuenta con 2 tolvas en operación, tiene un ingreso de 149 colectores por día. Sus delegaciones depositantes son Xochimilco y Tláhuac.

Su báscula registra un peso máximo de 80 toneladas, cuenta con 8 cajones recolectores y la orientación de dichas estación esta ubicada de Oriente a Poniente y no estacionan autos en rampa o patio.

En esta estación no se recibe casajo, si se recibe poda pero no es separada y también separan orgánicos, Su horario de trabajo es de 6:00 a 21:00 horas de lunes a viernes.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente, los cuales se encuentran a 16 y 34 km de distancia respectivamente.

---

---

# **CAPÍTULO IV**

## DISPOSICIÓN FINAL

---

---



### IV. Disposición final

El crecimiento urbano, el desarrollo tecnológico y los nuevos hábitos de consumo han incrementado la cantidad de basura producida y a estos volúmenes se suma el tiempo que tarda la misma en descomponerse. Las grandes concentraciones urbanas son focos de producción de grandes cantidades de residuos, dificultando su tratamiento y disposición final.

En la búsqueda de soluciones orientadas para atender con esta problemática, se ha encontrado que enterrar la basura en sitios denominados rellenos sanitarios es una alternativa, pero estos también pueden convertirse en una fuente de contaminación del ambiente si no se diseñan y operan correctamente.

El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el sitio por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Para realizar un adecuado control de la generación y migración de los gases generados por la descomposición de los residuos se construye un sistema de venteo colocado en diferentes puntos del relleno sanitario para que los mismos sean evacuados.

Los tipos de residuos que no deben de admitirse en un relleno sanitario son:

- Residuos líquidos
- Residuos semisólidos riesgosos
- Residuos especiales o peligrosos: inflamables, reactivos, corrosivos, tóxicos, radioactivos, irritantes, patogénicos infecciosos, capaces de producir cambios genéticos, explosivos, etc.

#### 4.1 Tipos de rellenos, criterios de selección del sitio.

El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen básicamente dos maneras (o tipos) distintas para construir un relleno sanitario, las cuales se describirán a continuación.

***Método de trinchera o zanja***

Este método es usado normalmente donde el nivel de los mantos freáticos es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimientos de tierra. Consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera, donde son esparcidos y compactados en capas, hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera, con una frecuencia mínima de una vez al día esparciéndolo y compactándolo sobre los residuos para así evitar fauna nociva y malos olores.

Se debe tener cuidado en época de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjales. Por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlas, desviarlas e incluso proveerlas de drenajes internos. En casos extremos, puede requerirse el bombeo del agua acumulada.

La excavación de zanjales exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación. La figura 4.1 presenta un ejemplo del método de trinchera.

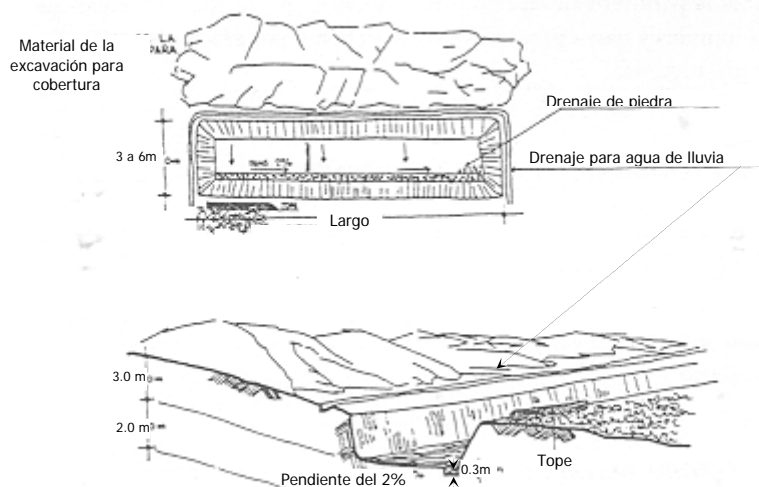


Figura 4.1 Método de trinchera.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

***Método de área***

Este método se utiliza cuando se presentan zonas en las cuales no es factible excavar fosas o trincheras para poder enterrar la basura, es decir, en terrenos planos, canteras abandonadas, depresiones y partes bajas de las cañadas. Las características del lugar determinarán si es posible extraer la tierra de cobertura del sitio o si se debe de transportar de lugares cercanos. El método consiste en depositar los residuos sobre la superficie y recostarlos contra el talud del relleno inclinado; luego se les compacta en capas inclinadas para formar la celda que después será cubierta con tierra. Al inicio, las celdas se construyen en un extremo del área que debe ser rellenada y se avanza hasta terminar en el otro extremo. En la figura 4.2 se ilustra el método de área de un relleno sanitario. La figura 4.3 indica la forma de localizar las celdas y avance de la construcción del relleno sanitario.

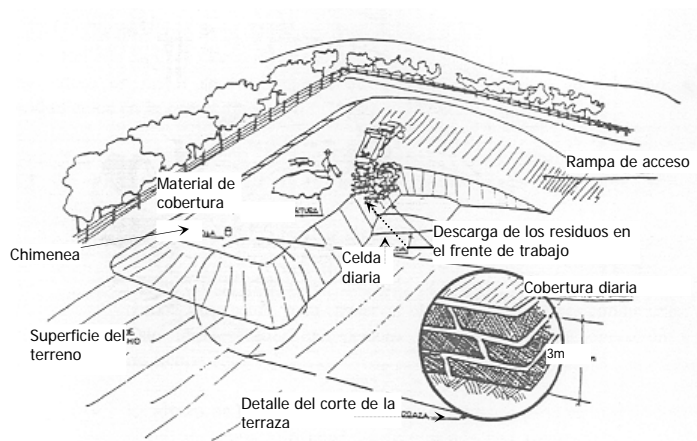


Figura 4.2 Método de área para construir un relleno sanitario.  
Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

## DISPOSICIÓN FINAL

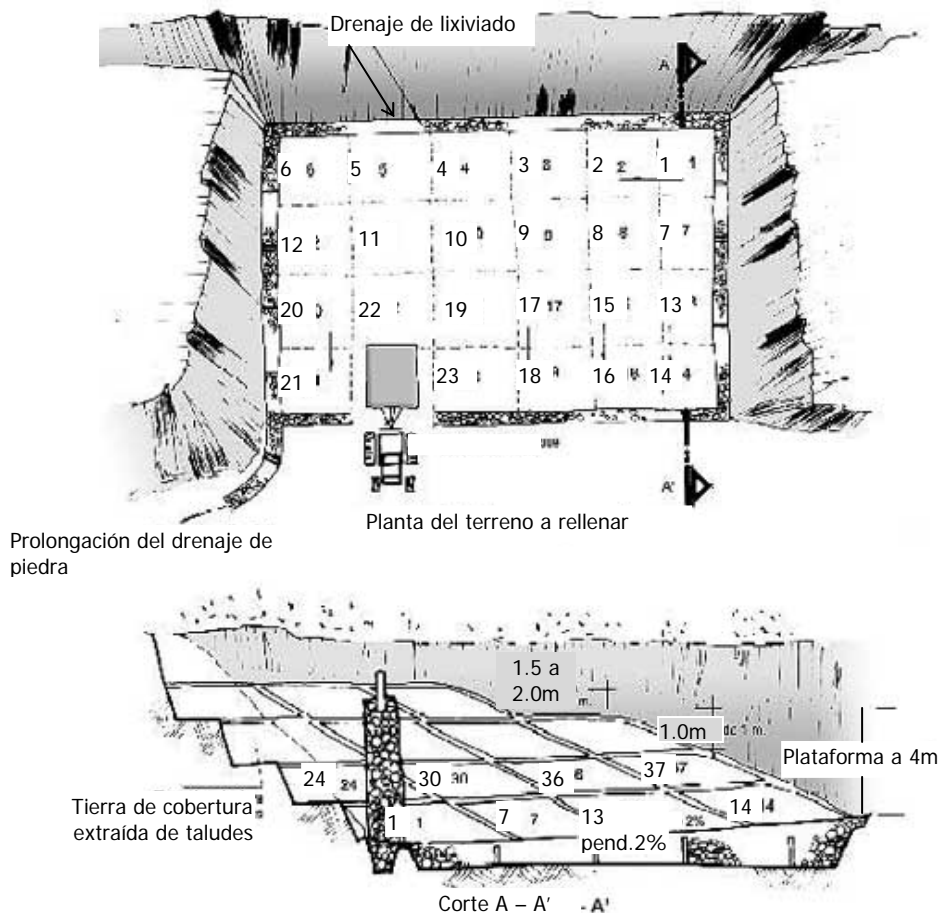


Figura 4.3 Localización de las celdas y avance de la construcción.  
Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

### ***Criterios de selección del sitio***

Parte fundamental en la construcción de un relleno sanitario es hallar el lugar geográfico. Para esto es necesario realizar un trabajo minucioso en investigación de terrenos que sean satisfactorios y después seleccionar el más idóneo para emplazar dicho relleno. Es probable que se encuentren varios lugares que cumplan con las características deseadas, por lo que el proyectista deberá clasificar éstas considerando las ventajas e inconvenientes de cada uno de estos terrenos realizando un orden de preferencia.

Primero, el terreno debe estar situado cerca de una vía principal y de ser posible pavimentada, que permita acceder al sitio donde se descargarán los residuos en forma rápida. Otro aspecto de interés para la selección del sitio es la evaluación de las condiciones hidrogeológicas, un estudio geológico permite determinar la permeabilidad del suelo; el ideal para un relleno sanitario es aquel cuyo coeficiente de permeabilidad  $K$  es del orden de  $1 \times 10^{-7}$  cm/s. Es necesario evaluar también la profundidad del manto freático, la distancia al fondo del relleno no debe ser inferior a los dos metros.

## *DISPOSICIÓN FINAL*

---

---

El terreno debe ofrecer material de cobertura en cantidad y calidad adecuada, que sea fácil de extraer. Si el suelo no fuera el adecuado o no se pudiera excavar, deberá preverse yacimientos para cobertura en lugares próximos y accesibles. Los datos de las precipitaciones promedio del lugar serán útiles para estimar la influencia en la producción de lixiviado dado que la generación del mismo está íntimamente ligado a las condiciones climáticas.

Las áreas que se destinen para relleno sanitario deberán presentar como mínimo las características siguientes:

- Estar ubicadas a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación;
- Que el suelo reúna características de impermeabilidad, aceptándose un coeficiente máximo permisible de infiltración de  $1 \times 10^{-7}$  cm; y que la profundidad del nivel de las aguas subterráneas garantice la conservación de los acuíferos existentes en la zona;
- Estar ubicado a una distancia de 500m de los núcleos poblacionales y con un fácil acceso por carretera o camino transitado en cualquier época del año;
- Estar ubicado a una distancia no perjudicial para las zonas de inundación, pantanos, marismas, cuerpos de agua y zonas de drenaje natural;
- Estar ubicado fuera de las áreas naturales protegidas o de los ecosistemas frágiles, así como de las servidumbres de paso de acueductos, canales de riego, alcantarillados y líneas de conducción de energía eléctrica; y
- Estar ubicado a una distancia mínima de 60m de fallas que hayan tenido desplazamientos recientes.
- Para el establecimiento y funcionamiento de un relleno sanitario, independientemente de su tipo y tamaño deberá cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:
  - Que exista garantía de estabilidad del terreno y del relleno contra deslizamientos;
  - Que existan vías internas de acceso, balastadas o pavimentadas, transitables en cualquier época del año;

## *DISPOSICIÓN FINAL*

---

---

- Que exista un cercado periférico, que limite el terreno e impida el ingreso de personas y animales, ajenos al relleno, con portón y entradas restringidos;
- Que haya preparación del terreno, con una base impermeable, con pendiente hacia las líneas de drenaje;
- Que existan canales periféricos para las aguas pluviales;
- Que exista drenaje para los lixiviados y chimeneas, para los gases y los humos;
- Que haya instalaciones para captar y tratar o recircular los lixiviados;
- Que exista una caseta, bodega, servicios sanitarios y otra infraestructura básica;
- Que exista cobertura diaria de los desechos con materia inerte, con un espesor mínimo de 15cm;
- Que haya cobertura final del relleno, con una capa de material de cobertura de 60cm de espesor, con una capa adicional de 20cm de espesor capaz de sostener vegetación y con la suficiente inclinación para impedir el ingreso de aguas pluviales al relleno sanitario.
- Que exista un diseño de las diferentes fases de los periodos de explotación del sitio de relleno;
- Que exista un diseño de la configuración final del sitio, con su tratamiento paisajístico.

## 4.2 Diseño de rellenos sanitarios. Norma oficial mexicana-083-SEMARNAT-2003

### ***Planificación y diseño***

Cuando ya se ha seleccionado el sitio de emplazamiento del relleno sanitario se requiere efectuar una serie de estudios a fin de reunir los datos necesarios para la planificación del proyecto.

Estos estudios pueden basarse en datos estadísticos que faciliten información sobre cantidad de habitantes, tasa de crecimiento demográfico, distribución demográfica, actividades principales que se desarrollan en la zona, tipo de basura a disponer, potencial de producción de residuos que no deben ingresar al relleno sanitario, etc. Además deberán recopilarse datos climáticos como intensidad y dirección de vientos predominantes, pluviometría, temperaturas medias y extremas.

### ***Importancia de la Evaluación de Impacto Ambiental***

Estas evaluaciones deben realizarse en la fase de planificación y diseño con el objetivo de asegurar que el proyecto sea ambientalmente adecuado y sustentable, facilitando su mejora desde el punto de vista ambiental, al mismo tiempo que se minimizan, atenúan o compensan los impactos negativos. Deben considerarse al menos tres etapas: la preparación de la infraestructura, la operación y el poscierre, y control del área.

### ***Lixiviados***

La descomposición o putrefacción natural de los residuos sólidos, produce un líquido mal oliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, muy parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado. Por otro lado, el agua de lluvia que atraviesa las capas de residuos, aumentan su volumen en un proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los desechos; de ahí la importancia de interceptar o desviar las aguas de escorrentía y pequeños hilos de agua antes del inicio de la operación, puesto que si el volumen de este líquido aumenta demasiado, puede causar no solo problemas en la operación del relleno, sino también contaminar las corrientes de agua, nacimientos y pozos vecinos.

El manejo del lixiviado es uno de los mayores problemas que se presentan en un relleno sanitario. En algunos casos, a pesar de contar con los canales periféricos para interceptar y desviar las aguas de escorrentía, la lluvia que cae directamente sobre la superficie del relleno aumenta significativamente el volumen del lixiviado. En la figura 4.4 se muestra un ejemplo de cómo debe hacerse un drenaje para el lixiviado.

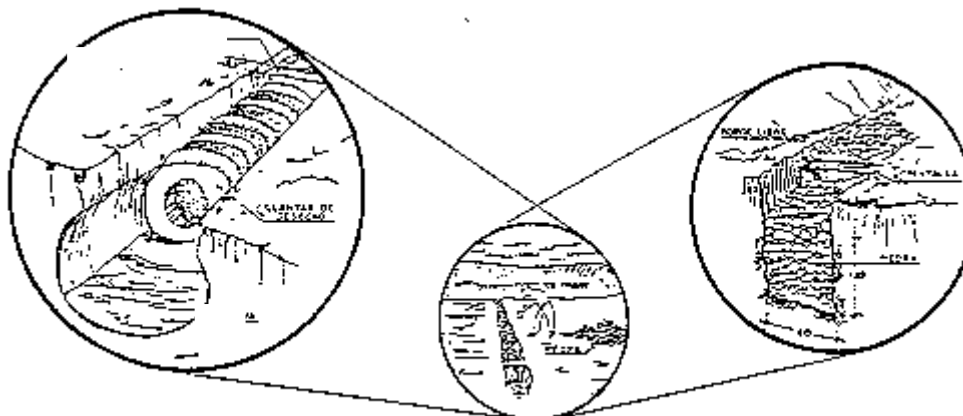


Figura 4.4 Drenaje de lixiviado.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Por lo tanto, es de vital importancia construir un sistema de drenaje en el terreno que servirá de base al relleno sanitario antes del depósito de los residuos sólidos. En lo posible, este sistema debe retener el percolado en el interior del relleno, para dar lugar a un mayor tiempo de infiltración y disminuir su aparición a nivel superficial. Lo anterior tiene el propósito de evitar al máximo su tratamiento, el cual es demasiado complejo y económicamente poco factible dado sus altos costos.

### ***Gases***

Un relleno sanitario no es otra cosa que un digestor anaerobio en el que, debido a la descomposición natural o putrefacción de los desechos sólidos, no solo se producen líquidos, sino también gases y otros compuestos. La descomposición natural o putrefacción de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, ocurre en dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia es la etapa en la que el oxígeno no está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados, siendo rápidamente consumido. La anaerobia, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario y produce cantidades apreciables de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), así como trazas de gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno; aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir, pudiendo originar altas concentraciones de metano con el consiguiente peligro de



## DISPOSICIÓN FINAL

explosión en las áreas vecinas. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un adecuado control de la generación y migración de estos gases. La figura 4.5 ilustra un detalle de cómo debe hacerse un filtro para la salida del biogás.

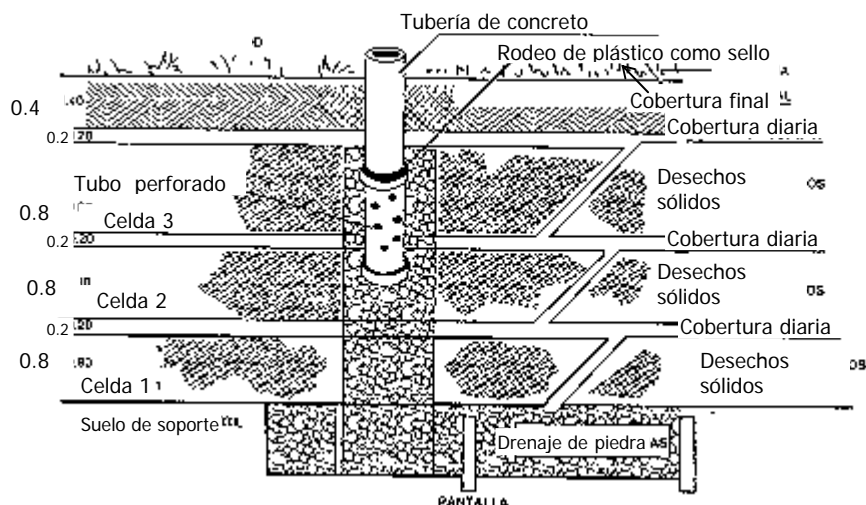


Figura 4.5 Detalle constructivo del filtro para drenaje de gases.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Este control se puede lograr, construyendo un sistema de drenaje vertical en piedra, colocado en diferentes puntos del relleno sanitario, para que éstos sean evacuados a la atmósfera. Como el gas metano es combustible, se puede quemar simplemente encendiendo el fuego en la salida del drenaje, una vez concluido el relleno sanitario. También se puede aprovechar este gas como energía en el empleo de una pequeña cocina para calentar alimentos o como lámpara para iluminar el terreno.

Hay que resaltar que la recuperación y aprovechamiento del gas metano con propósitos comerciales, solo se recomienda para rellenos sanitarios que reciban más de 200 ton/día y siempre que las condiciones locales así lo ameriten.

La generación de biogás, en general, comienza alrededor de los 6 a 8 meses después de colocados los residuos sólidos y se prolonga por un lapso de 15 años después del término de la operación final del relleno. La figura 4.6 muestra la ubicación y forma en que debe hacerse un drenaje de los lixiviados y gases.

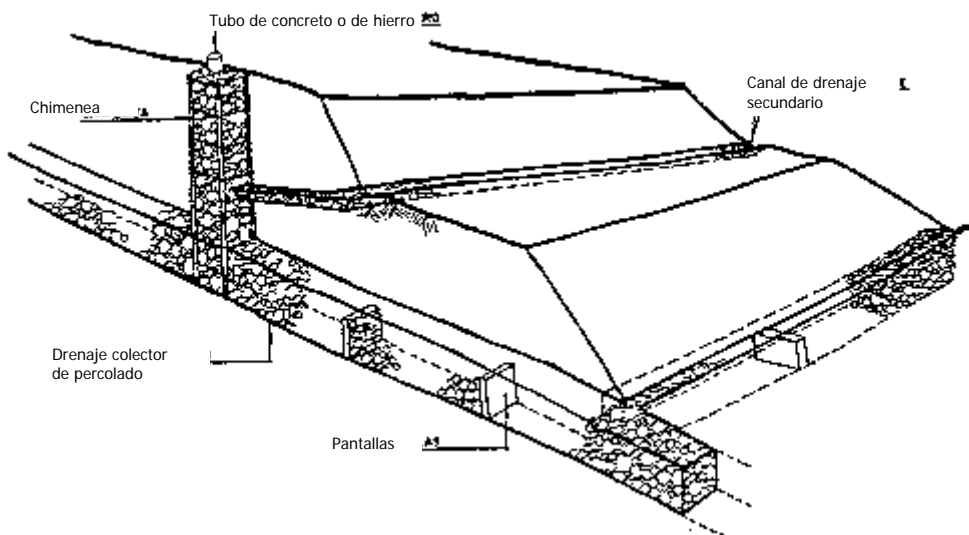


Figura 4.6 Drenaje de lixiviados y drenaje de gases.  
Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

### ***Control de agua de lluvias***

Es importante considerar la precipitación pluvial del lugar para prever las características de los drenajes y las obras que se vayan a necesitar para así poder atenuar la producción de lixiviado.

El agua de lluvia que cae sobre las áreas vecinas al relleno sanitario muchas veces escurre hasta éste, causando serias dificultades de operación. Interceptar y desviar el escurrimiento de esta agua fuera del relleno sanitario, contribuye significativamente a reducir el volumen del lixiviado y también mejorar las condiciones de la operación. En la figura 4.7 se observa el drenaje del agua pluvial

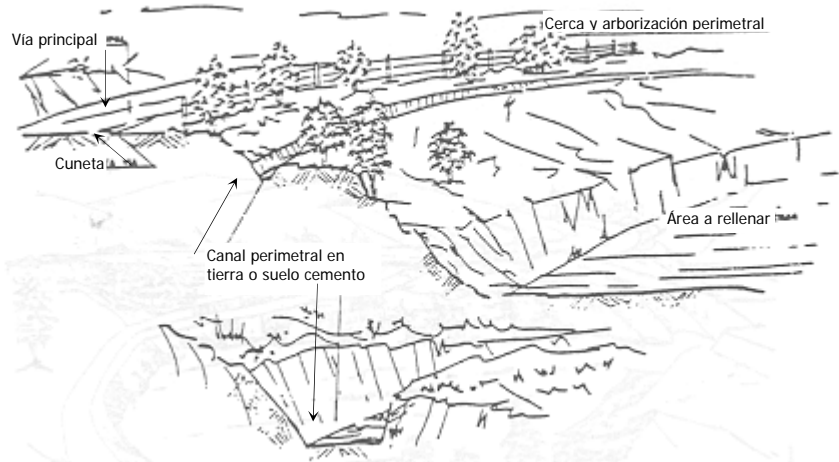


Figura 4.7 Drenaje perimetral del agua de lluvia.  
Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

## DISPOSICIÓN FINAL

En los periodos de lluvias se presentan los mayores problemas de operación en un relleno sanitario. El difícil ingreso de los vehículos recolectores por encima de las celdas ya conformadas y posibles atascamientos debidos a la baja densidad alcanzada con la compactación manual. Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menos rendimiento por parte de los operarios. La figura 4.8 muestra la sección transversal del canal trapezoidal para el drenaje de agua de lluvia.

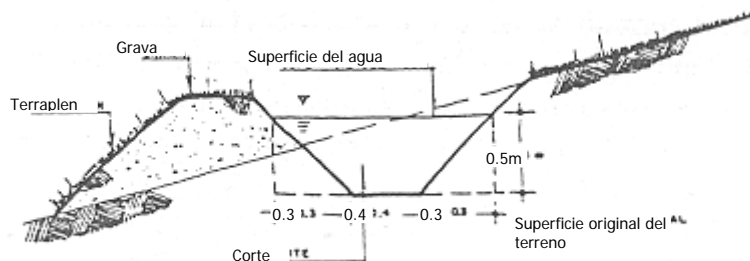


Figura 4.8 Detalle de la sección transversal del canal trapezoidal.  
FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

En ocasiones, debido a las fuertes lluvias, sólo es posible descargar la basura y el material de cobertura sobre la terraza, quedando retrasada la conformación y compactación de las celdas. Por consiguiente, sino se toman las medidas apropiadas a tiempo, se va deteriorando la apariencia del relleno por los residuos dispersos.

Por lo anterior, es necesario tomar algunas medidas tales como reservar algunas áreas en los lugares menos afectados por las lluvias, con accesos conservados para operar en las peores condiciones, así como aprovechar los escombros producto de la demolición de viejas construcciones para conformar y mantener algunas vías internas.

### ***Tratamiento del suelo de soporte***

Antes de que se realice la construcción del relleno, se debe tomar la decisión con respecto a la necesidad de remover las primeras capas de suelo, dependiendo de la cantidad de material de cobertura disponible. En algunos casos, puede ser ventajoso dejar el terreno intacto con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del lixiviado.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, es también aconsejable que el movimiento de tierra se haga por etapas, así la lluvia no causaría erosión al terreno ni se perderá tierra que podría ser utilizada como

cobertura. Los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle una buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser verticales hasta 3:1, dependiendo del tipo de suelo, y los cortes de uno a tres metros. En la figura 4.9 se muestra el tipo de maquinaria, excavación de las zanjas y adecuación del suelo.

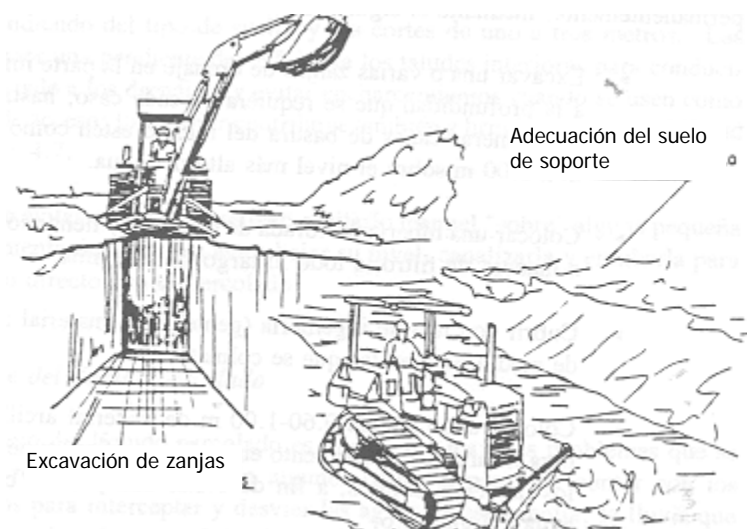


Figura 4.9 Movimiento de tierras para la preparación del sitio.  
Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

En la nivelación del suelo de soporte y en la apertura de zanjas, se debe emplear equipo pesado puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. Asimismo, deber utilizarse un equipo similar para la construcción de vías internas o extracción y almacenamiento de material de cobertura.

### ***Material de Cobertura***

Una de las diferencias fundamentales entre un relleno sanitario y un tiradero a cielo abierto es la utilización de material de cobertura para separar adecuadamente los residuos sólidos del ambiente exterior y confinarlas al final de cada jornada diaria.

El recubrimiento diario de los residuos sólidos con tierra es de vital importancia para el éxito del relleno sanitario, debido a que cumple con las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas y gallinazos.
- Impedir la entrada y proliferación de roedores

## ***DISPOSICIÓN FINAL***

---

- Evitar incendios y presencia de humos
- Minimizar los malos olores
- Disminuir la entrada del agua de lluvia a los residuos
- Orientar los fases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno sanitario
- Dar una apariencia estética aceptable al relleno sanitario
- Servir como base para las vías de acceso internas
- Permitir el crecimiento de vegetación

### ***NOM-083-SEMARNAT-2003***

El alto crecimiento tanto de la población como de la actividad industrial, los patrones actuales de producción y consumo, el proceso de urbanización, entre otros, han modificado en gran medida la cantidad y composición de los residuos sólidos. Aunado a esto cabe resaltar que la mayoría de los sitios de disposición final no cumplen con las condiciones para evitar la contaminación de los suelos, los acuíferos y el aire por el efecto de los lixiviados y el biogas generados por la descomposición de basura.

El propósito de esta norma es:

- 1) Incluir especificaciones de protección ambiental no sólo para la selección del sitio, sino también para las etapas de diseño, operación y clausura.
- 2) Adecuar las especificaciones a las condiciones técnicas y económicas de los municipios mexicanos.

Como se ha mencionado anteriormente, el relleno sanitario es una obra de infraestructura que, siguiendo los requisitos que marca la norma oficial mexicana correspondiente (NOM-083-SEMARNAT-2003), aplica métodos de ingeniería para evitar la contaminación del suelo, agua y aire que provocan los residuos sólidos.

## **DISPOSICIÓN FINAL**

---

---

### *Riesgos ambientales y medidas para su prevención:*

- La degradación biológica de los residuos depende del grado de compactación, composición, humedad, temperatura, y de ella se obtienen gases (biogases) y lixiviados.
- Se requiere dar tratamiento a los lixiviados generados, ya sea a través de lagunas de evaporación o de su recirculación a las celdas del relleno sanitario, ya que se considera que tienen alto poder contaminante.
- Es posible aprovechar el biogás generado y así evitar su liberación como contaminante atmosférico.
- Para disminuir la presencia de aves, roedores e insectos se prevé un recubrimiento diario de los residuos depositados.
- Para evitar daños al ambiente, se requiere del monitoreo de lixiviados y biogases durante la operación y 25 años después de la clausura del sitio.

De acuerdo con la norma, los rellenos sanitarios se clasifican según la cantidad de residuos que se reciben diariamente, tanto de domicilios, comercios e industrias (no peligrosos), como de los servicios de limpieza de calles y lugares públicos. El cuadro 4.1 presenta las categorías de los rellenos sanitarios. En el cuadro 4.2 se presenta un resumen de los requisitos y especificaciones generales que los sitios de disposición final deben de cumplir.

Cuadro 4.1 Categorías de rellenos sanitarios

Categoría	Tonelaje recibido en el sitio de disposición final ton/día	Ámbito en número de habitantes
A	Mayor de 100	Mayor de 100,000
B	De 50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000
C	De 10 y menor que 50	De 12,000 hasta 65,000
D	Menor de 10	Menor de 15,000

FUENTE: NOM-083-SEMARNAT-2003

Dentro de los criterios que exige la norma se tendrán los siguientes:

### ***Restricciones para la ubicación del sitio***

- El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de

## ***DISPOSICIÓN FINAL***

---

---

inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afectan la estabilidad física de las obras que integran el sitio de disposición final.

- La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, deber ser de 500m como mínimo.
- La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego u ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100m adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500m.

### ***Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio***

#### Estudio Geológico

Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas.

#### Estudios Hidrogeológicos

- a) Evidencias y uso del agua subterránea
- b) Identificación del tipo de acuífero
- c) Análisis del sistema de flujo

### ***Estudios y análisis en el sitio, previos a la construcción y operación.***

#### Estudio topográfico

Se debe realizar dicho estudio, incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.

#### Estudio geotécnico

Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas:

a) Exploración y muestreo

- Exploración para definir sitios de muestreo
- Muestreo e identificación de muestras
- Análisis de permeabilidad de campo

b) Estudios en laboratorio

- Clasificación de muestras según el Sistema de Clasificación de suelos
- Análisis granulométrico
- Permeabilidad
- Prueba Proctor
- Límites de consistencia
- Consolidación unidimensional
- Análisis de resistencia al esfuerzo cortante
- Humedad

***Estudios de generación y composición***

Generación de biogás y lixiviado

Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar y cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.

- a. Se debe garantizar la extracción, captación, conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás; de no disponerse de sistemas para su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.
- b. Debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o una combinación de ambas.
- c. Se debe de diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.



## *DISPOSICIÓN FINAL*

---

---

- d. El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.
  
- e. Contar con un manual de operación que contenga: método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados; dispositivos de seguridad y planes de contingencia; procedimientos de operación; reglamento interno.
  
- f. Contar con un control de registro que contenga: ingreso de RSU, materiales, vehículos, personal y visitantes; secuencia de llenado del sitio de disposición final, generación y manejo de lixiviados y biogás.
  
- g. Informe mensual de actividades.

## *DISPOSICIÓN FINAL*

Cuadro 4.2 Resumen de los Requisitos y Especificaciones Generales para los Sitios de Disposición Final, de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003

Requisitos	Tipo de sitio de disposición final			
	A	B	C	D
A. Especificaciones de selección del sitio				
A.1 Restricciones.	•	•	•	•
A.2 Estudios y análisis previos a la selección del sitio.	•			
A.3 Estudios y análisis previos a la construcción.				
A.3.1 Topográfico.	•	•		
A.3.2 Geotécnico.	•	•	•	
A.3.3 Geológico / Hidrogeológico.	•	•		
A.3.4 Generación y composición de los residuos.	•	•	•	
A.3.5 Generación de biogás.	•	•		
A.3.6 Generación de lixiviados.	•	•		
B. Características constructivas y operativas.				
B.1 Barra impermeable.	$1 \times 10^{-7}$ cm/s	$1 \times 10^{-7}$ cm/s	$1 \times 10^{-7}$ cm/s	$1 \times 10^{-5}$ cm/s
B.2 Extracción, captación, conducción y control del biogás.	•	•	•	
B.3 Captación y extracción de lixiviados.	•	•	•	
B.4 Drenaje pluvial.	•	•	•	
B.5 Área de emergencia.	•	•	•	
B.6 Compactación ( $\text{kg} / \text{m}^3$ ).	600-700	>500	>400	>300
B.7 Cobertura.	Diaria	Diaria	Diaria	Semanal
B.8 Control de entrada de residuos.	•	•	•	•
B.9 Obras complementarias.	Ver NOM	Ver NOM	Ver NOM	Cerca perimetral
B.10 Manual de operaciones.	•	•	•	
B.11 Programa de monitoreo ambiental	•	•	•	
C. Clausura del sitio.				
C.1 Cubierta final	Ver NOM	Ver NOM	Ver NOM	Ver NOM
C.2 Conformación final.	•	•	•	•
C.3 Mantenimiento	•	•	•	•
C.4 Programa de monitoreo	•	•	•	•
C.5 Uso final	•	•	•	•

FUENTE: NOM-083-SEMARNAT-2003

---

---

**CAPÍTULO V**  
**DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS**  
**SÓLIDOS EN EL D.F.**

---

---

V. Disposición Final de residuos sólidos en el D.F.

Zona Federal del Lago de Texcoco

Localizada en el noreste de la ciudad de México, la Zona Federal del Lago de Texcoco es último reducto del antiguo lago azteca. Al desecarse dio lugar a una serie de situaciones ambientales que ocasionaron un serio deterioro ecológico de la zona, caracterizado por la desertificación y erosión del terreno que derivó en grandes tolvaneras e importantes inundaciones que afectaron a la ciudad y la salud de la población.

Ante esta situación, en 1971 se creó una comisión para estudiar las condiciones hidrológicas y ecológicas del lago, derivando en la formulación del Plan de Texcoco en el que se establecieron una serie de programas, proyectos, obras y acciones tendientes al rescate integral de la zona a cargo de la Comisión Nacional del Agua.

Ante esta situación, se constituyó el proyecto como una opción para el rescate y preservación de los recursos y el ambiente de la zona. Entonces, se pusieron en marcha tres grandes líneas de acción:

- 1) Infraestructura hidráulica y de cobertura vegetal para mitigación de tolvaneras. Se realizó el encauzamiento de once ríos y dos cauces de desagüe (Canal de La Compañía y Río Churubusco) para evitar inundaciones.
- 2) Creación de una zona boscosa, la construcción de la autopista Peñón Texcoco y el arco norte del Anillo Periférico, y
- 3) Operación, conservación y mantenimiento del control de la cuenca montañosa; lagos, canales, plantas de tratamiento y caminos.

En cuanto a la infraestructura específica, en 1984 la Comisión Nacional del Agua autorizó al entonces Departamento del Distrito Federal la construcción y operación de un relleno sanitario, el cual empezó a recibir los residuos sólidos a partir del mes de febrero de 1985, encontrándose actualmente en operación la IV etapa del relleno sanitario.

### 5.1 Antecedentes

Hasta mediados de los años ochenta, en la Ciudad de México, la disposición final de los residuos sólidos se realizaba en los llamados tiraderos a cielo abierto, sitios en los cuales no se contaba con ningún método de control operativo, dando lugar a la presencia permanente de fauna nociva, malos olores, incendios y asentamientos irregulares que, en conjunto, condicionaban el sistema integral del servicio público de limpia, a la vez de perturbar el paisaje urbano. Ejemplo de Ello fueron los tiraderos de Santa Cruz Meyehualco (clausurado en 1982) y Santa Fe (cerrado en 1987), que por sus características físicas y operativas, fueron los más grandes de Latinoamérica.

En 1984, luego de una reestructuración administrativa en el entonces Departamento del Distrito Federal, surge la Dirección General de Servicios Urbanos, la cual se oficializó un año después al quedar integrada formalmente a la Secretaría de Obras y Servicios. Ya desde aquel año, se habían empezado los estudios correspondientes para la construcción y operación de un relleno sanitario en la zona oriente de la ciudad, específicamente en terrenos del ex Lago de Texcoco al habersele asignado una superficie total de 1,000 hectáreas en ese lugar con la firma de un convenio celebrado con el organismo Proyecto Lago de Texcoco dependiente de la Comisión Nacional del Agua. A finales de 1984 empezó la construcción del relleno y en febrero de 1985, este empezó a funcionar recibiendo tan solo 1,280 toneladas de residuos sólidos por día.

Por su dimensión, fue necesario trabajarlo por áreas o etapas. Así, se han operado 75 ha de su primera etapa; 80 ha en la segunda etapa y 105 ha en la tercera etapa; además de clausurarse una zona de 43 ha que era utilizado como sitio de disposición final por parte de las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza.

### 5.2 Construcción, operación, monitoreo y clausura

#### ***Construcción***

Desde 1995 se viene operando la cuarta etapa del relleno, ocupando una superficie de 420 ha de las cuales 320 se utilizan como área específica de disposición final, en la cual se construyeron 42 celdas. Hoy día, en este sitio se recibe diariamente en promedio 12,500 toneladas de residuos sólidos municipales durante las 24 horas, los 365 días al año.

Para ello, se construyeron inicialmente caminos de penetración de 12 metros de ancho y 1.5 metros de alto respecto al nivel del piso, para propiciar el acceso de vehículos las cuales conformaron retículas o celdas donde, luego de realizar la limpieza y deshierbe del área, se procede al tendido de una película plástica de

## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

polietileno de alta densidad que funge como impermeabilizante. Posteriormente, esta membrana plástica es cubierta con una capa de 30cm de material limo arcilloso (tepetate) para protegerla de rupturas por el contacto con los residuos. En la figura 5.1 se muestra la conformación de la celda en la IV etapa del relleno sanitario.

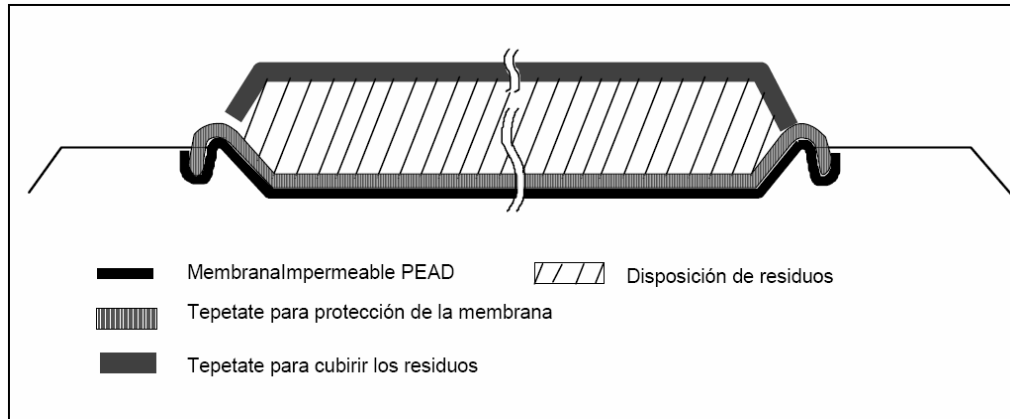


Figura 5.1 Estructura del Relleno en Bordo Poniente IV Etapa  
Fuente: Agencia Internacional de Cooperación del Japón

Una vez preparada la celda, se inicia la recepción, esparcido, compactación y nivelación de los residuos sólidos mediante el método de zanja, hasta alcanzar una altura de dos metros, luego de lo cual se cubre con una capa de tepetate o cascajo y se construyen caminos perimetrales para proseguir con la disposición de residuos hasta una altura de 4.5 metros para luego colocar una capa más de 4 metros y una cobertura final.

A partir del año 2000 se aprovechó al máximo los espacios originados por los caminos de tránsito para que con su llenado, se genere la conformación de macroceldas, las cuales se integran por la unión de cuatro celdas aisladas y se realizaron los estudios correspondientes para elevar la altura de las celdas a 12 metros a efecto de propiciar el crecimiento vertical del sitio.

Para garantizar la continuidad de la disposición final de los residuos sólidos de la Ciudad, el Gobierno del Distrito Federal ha desarrollado las siguientes acciones:

- 1) Incrementar la compactación de los residuos en el relleno sanitario, para depositar el mayor volumen en el menor espacio posible, aumentando la vida útil del sitio.
- 2) Colocar un sistema de mediciones en la periferia del relleno sanitario, para detectar posibles desplazamientos del subsuelo, a fin de prever que las obras hidráulicas que lo circundan no sufran afectaciones por las celdas de residuos.

- 3) Desarrollar el proyecto de clausura del relleno sanitario de Bordo Poniente, considerando la sobre elevación de las celdas de residuos, a fin de incrementar su vida útil y para dotar al sitio clausurado de una adecuada pendiente para el drenaje pluvial.

Antes de 1998, la compactación de residuos en el relleno se realizaba utilizando un tractor sobre orugas, lo cual ocasionaba que no se aprovechara al máximo la disposición final de los residuos. Como respuesta a este problema se adquirieron dos compactadores especiales para la disposición final de los residuos sólidos, los cuales alcanzan densidades máximas de  $1000\text{kg /m}^3$  y un rendimiento de 320 toneladas por hora de residuos compactados con cada equipo, en lugar de los 850 alcanzados con máquina para terracería anteriormente empleada. Con esta acción, se logro ampliar un año más la vida útil del relleno sanitario.

#### Sobre elevación de las celdas de la IV etapa del Relleno Sanitario

La altura original que tendrían las celdas en el relleno de Bordo Poniente era de 8 metros la cual estaba definida con base en la capacidad de carga del terreno, dicha altura fue resultado de los estudios que se realizaron previos a la construcción del relleno. Mediante un convenio que se realizó con la Comisión Nacional del Agua para hacer uso de estos terrenos Federales, se tuvo contemplado realizar estudios periódicos respecto a la capacidad de carga del terreno para así determinar si era posible aumentar la altura de dichas celdas y con ello seguir aumentando la vida útil del sitio. Dichos estudios se realizaron en el año 2000 y los resultados arrojaron que la capacidad de carga del suelo en la etapa IV permitía aumentar la altura de las celdas de residuos hasta 12 metros, sin riesgo para las estructuras hidráulicas adyacentes. La figura 5.2 presenta el esquema constructivo de la macrocelda en la IV etapa del relleno sanitario.

## DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.

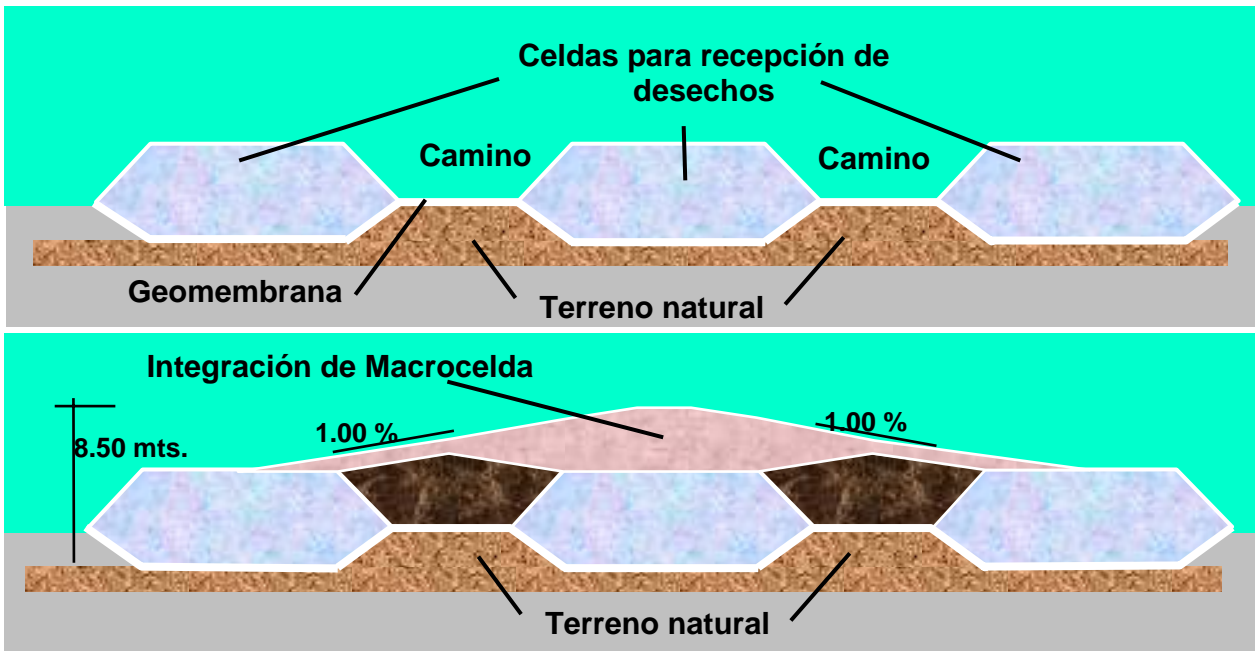


Figura 5.2 Esquema constructivo de la Macrocelda  
FUENTE: Dirección General de Servicios Urbanos

Para controlar las emisiones de biogás se construyeron en la tercera y cuarta etapas 250 pozos de captación, y se llevan a cabo diversos controles, principalmente en lo que respecta a lixiviados, fauna nociva, limpieza y otros impactantes.

Luego de concluida la vida útil de la zona o área de trabajo, se clausura y sana, propiciando su regeneración y conversión en área verde o de esparcimiento restituyéndola de esta manera a su entorno.

Este sitio cuenta con una extensión de 95 hectáreas de terreno saneado, correspondiendo 35 hectáreas al ex tiradero Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, y 60 hectáreas a la primera etapa. También cuenta con 121 hectáreas de terreno forestado, de las cuales siete comprenden la barrera forestal de la colonia Del Sol, 51 al bosque lineal de la zona ocho (IV etapa), 12 a la barrera forestal de acceso a la IV etapa, 23 la comprenden el bosque lineal paralelo al periférico (III etapa), 16 a la barrera forestal paralela a la Autopista Peñón Texcoco, nueve a la barrera forestal localizada en el Canal de Sales y tres hectáreas a zonas diversas dentro de Bordo Poniente.

Se prevé la producción de árboles de diversas especies (casuarina, acacia, tamarix) así como ornamentales (rosa laurel, rosa acacia) en los dos viveros ubicados en la IV etapa y en la zona de Las Garzas en una superficie de 6.5 ha (1.5 del primero y 5 del segundo).



## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

---

Además se desarrolla la aclimatación de árboles producidos por CORENA y cedidos para su plantación en la Zona Federal del Lago de Texcoco. La aclimatación consiste en ubicar a estos árboles en una zona específica en donde se les mezcla tierra y aguas propias de la Zona del Lago de Texcoco a efecto de propiciar su crecimiento en este tipo de ambiente.

### ***Operación***

Los residuos sólidos que se depositan en el relleno sanitario provienen de varias fuentes, tales como las estaciones de transferencia, municipios, dependencias y recolectores privados. Todos los vehículos, para ingresar al relleno son identificados con un número económico, para ser debidamente registrado en el acceso al sitio.

Los tractocamiones, previo a su salida de la estación de transferencia son pesados, por lo que en el relleno sanitario no es vuelto a pesar, no siendo así el caso del resto de los vehículos, que son pesados al ingreso y salida del relleno. Posteriormente, los vehículos son canalizados hacia el frente de trabajo y dirigidos a la zona de tiro para efectuar el vaciado de sus residuos.

Previo a esto, se preparan las celdas para la recepción de los residuos, mediante acciones de limpieza e impermeabilización. Una vez hecho eso, se inicia la recepción mediante el método de zanja hasta alcanzar los 4 metros y posteriormente los 8.5 metros de altura final de las celdas respecto al nivel del suelo. Los residuos se van depositando en celdas alternadas para equilibrar el peso que se aplica al terreno y afectar las obras hidráulicas que se encuentran en la periferia del sitio.

En el caso de la cuarta etapa del relleno sanitario, se encuentra integrada por 42 celdas aisladas, divididas por caminos de penetración, las cuales al final de su vida útil, conformaran ocho macroceldas mediante la unión de cuatro celdas aisladas, y una megacelda con la unión de estas últimas. El cuadro 5.1 presenta la cantidad recibida por origen de los residuos así como el porcentaje que representan.

## **DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.**

---

---

Cuadro 5.1 Recepción de Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario Bordo Poniente IV Etapa  
Cantidades en toneladas /mes

Origen de los residuos	Cantidad recibida	% recibido
Particulares	1,467.92	0.4
Plantas de selección	113,192	29.3
Estaciones de transferencia	270,610	70.0
DGSU	1,052.23	0.3
Varios orígenes	19.9	0.0
Total	386,343	100.0

Fuente: [www.sma.df.gob.mx](http://www.sma.df.gob.mx) 2006

Luego de que los residuos son depositados en el frente de trabajo, se procede a su inmediato esparcido, compactación, nivelación y cobertura. Con este proceso y empleando maquinaria especializada para trabajar con residuos sólidos, se logra compactar la basura hasta alcanzar densidades de 1000kg por metro cúbico, lo que propicia el alargamiento de la vida útil del sitio, en comparación con maquinarias para uso urbano o agrícola anteriormente ocupada, con la que se alcanzaban densidades de 800 a 850 kilogramos por metro cúbico.

### Ampliación de la vida útil del relleno sanitario

En el relleno sanitario de Bordo Poniente los residuos sólidos generados en la Ciudad, los desechos de la construcción y los residuos que provienen de sitios circundantes del Estado de México, también se le da uso con los residuos que son rechazados en las plantas de selección; estos se depositan de manera confiable y con un estricto control. Las maniobras que se realizan para el manejo de dichos residuos se llevan a cabo mediante: empuje, extendido, nivelación, compactación y cobertura de estos con tepetate; también se realiza la extracción y acarreo de lixiviados, los espacios al saturarse, son saneados y reforestados para convertirse en áreas verdes destinadas a la recreación, tales son los casos de las etapas I, II y III.

Continuamente se toman lecturas en las estaciones de instrumentación geotécnica, instaladas en la periferia de la IV etapa del relleno; a su vez se terminó la instalación de 3 estaciones acelerográficas para monitoreo sísmico del sitio que se habían quedado inconclusas.

Es importante mencionar que se siguen tomando acciones para cumplir con los compromisos establecidos con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional del Agua y con la Procuraduría Federal de Protección al ambiente, para la autorización del incremento de la IV etapa mediante la sobre elevación de la altura de las celdas con 4 metros más en la

## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

---

periferia y en 7 metros al centro, todo esto para prolongar la vida útil por un periodo de 3.8 años a partir de septiembre del 2004.

Adicionalmente a la vigilancia que se realiza sobre la operación de esta IV etapa, se realizó un estudio de riesgo por factores ambientales derivados de la operación del relleno sanitario, solicitado por la Cámara de Diputados. Dichos resultados hasta el momento son favorables para la operación y determina que éste no constituye un factor de riesgo para la población.

### ***Monitoreo***

La operación de las instalaciones utilizadas para el manejo y control de los residuos sólidos genera impactantes que afectan a la salud pública y al ambiente, por lo cual se deben realizar mediciones periódicas que permitan conocer la condición que prevalece en estas instalaciones. Para ello, se cuenta con unidades móviles y satélite equipados para realizar determinaciones de parámetros en el sitio donde se ubiquen a efecto de conocer la situación que prevalece en el relleno sanitario.

Entre los impactantes monitoreados se encuentran: las partículas suspendidas totales, viables y aerotransportables, ruido, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, radioactividad, explosividad, biogás, agua residual y lixiviado; así como la salmonella, coniformes fecales y pH.

#### Laboratorio central de biología ambiental

El laboratorio enfoca su actividad a la evaluación de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos de acuerdo a la normatividad mexicana especializada. Para esto, cuenta con manuales de calidad y procedimientos donde se establecen medidas de seguridad así como lineamientos de operación. Su ámbito de acción se manifiesta en los aspectos de cromatografía de gases para la separación y cuantificación de metano, bióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno principalmente. Los análisis fisicoquímicos integran los conceptos de gravimetría y volumetría donde se analiza la composición y las características del lixiviado (microbiología, sólidos totales y volátiles, grasas y aceites, sulfatos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y cloruros).

Los principales objetivos del Laboratorio son:

- Apoyar a la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU) con la operación de un laboratorio especializado en residuos sólidos, donde mediante análisis cromatográficos, espectrofotométricos, fisicoquímicos y microbiológicos se obtenga información suficiente, oportuna y confiable a utilizar en las

## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

---

instalaciones para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos con que cuenta la Ciudad de México, así como en la toma de decisiones tendientes al cuidado del medio ambiente y resguardo de la salud pública.

- Abatir el costo por el servicio de laboratorio de residuos sólidos, mediante la sustitución del contrato de empresas externas por una operación con insumos y personal de la DGSU, cuyas características principales sean oportunidad y calidad.
- Aprovechar al máximo la capacidad de las instalaciones y obtener ingresos para el Gobierno del DF, a través de la oferta y extensión del servicio de laboratorio de residuos sólidos hacia otras entidades demandantes.

Las actividades del laboratorio se orientan a la evaluación de muestras de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, de acuerdo a políticas establecidas por el GDF. Este cuenta con manuales de calidad y políticas donde se establecen los lineamientos de operación que están enfocados a obtener su acreditación ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP).

Las áreas de trabajo son cromatografía de gases y líquidos, espectrofotometría de luz ultravioleta visible, fisicoquímicos y microbiología.

### Cromatografía

En esta sección se lleva a cabo el análisis de los gases producto de la descomposición de los residuos sólidos (biogás) en los sitios de disposición final de la Ciudad de México. El análisis se realiza por cromatografía de gases para la identificación y cuantificación de los compuestos que se encuentran presentes, tales como: metano, bióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno principalmente.

Otra actividad es el montaje de técnicas cromatograficas para la caracterización de los líquidos generados por la descomposición de los residuos sólidos y el paso del agua de lluvia a través de los mismos (lixiviados) en los sitios de disposición final.

### Fisicoquímicos

Esta área se integra por las secciones de gravimetría y volumetría. En estas se analizan principalmente muestras de lixiviados de los sitios de disposición final.

En el área de gravimetría se llevan a cabo la determinación de sulfatos, que son generados por la descomposición de los residuos sólidos en ausencia de oxígeno. Así también la cuantificación de sólidos, grasas y aceites.

En el área de volumétrica, también para lixiviados se realiza la determinación de cloruros y la medición de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), entre otros.

#### Microbiología

Esta área comprende dos secciones: preparación e inoculación de medios de cultivo. En la primera se hidratan los medios de cultivo que se utilizan en la identificación y cuantificación y cuantificación de diferentes microorganismos patógenos tanto en muestras de lixiviados como en muestras de aire.

En la sección de inoculación de medios de cultivo específicos a efecto de identificar y cuantificar los diferentes grupos de microorganismos nocivos a la salud y tomar las medidas pertinentes para evitar riesgos a la salud pública.

Este laboratorio se localiza dentro del complejo San Juan de Aragón (Av. 508 esquina Av. 612), cuenta con dos edificios principales y tres módulos de servicios auxiliares. Opera de lunes a viernes de 7:00 a 19:00 horas. Actualmente da servicio interno y se estudia la posibilidad de atender a usuarios externos.

#### Planta de tratamiento de lixiviado

En los rellenos sanitarios se producen lixiviados como resultado de la percolación del agua (ya sea pluvial, freática o de cualquier otro origen) a través de los residuos sólidos. El lixiviado de las etapas I y II se capta mediante drenes subterráneos que abarcan parte de su periferia y que conducen el lixiviado hasta una planta de tratamiento fisicoquímico, ubicada en los linderos entre ambas etapas.

En la etapa III existe un sistema de captación en la totalidad de su perímetro equipado con cárcamos de concentración, de donde el lixiviado se extrae con camiones cisterna de 35 m<sup>3</sup> que lo transportan hasta dos lagunas de evaporación, aprovechando la elevada evaporación presente en la zona.

La forma en que se manejan los lixiviados actualmente en la IV etapa se limita a la captación de los mismo en cunetas ubicadas en los puntos estratégicos en el perímetro de las celdas ya clausuradas, de las cuales se extrae el lixiviado con el mismo procedimiento empleado en la etapa III.

La planta de tratamiento se encuentra en el perímetro de la primera etapa del relleno sanitario Bordo Poniente. Ocupa una superficie de 1,577m<sup>2</sup> limitando al norte y al oriente con la primera etapa del relleno, y, al sur y al poniente con la laguna de regulación horaria, en la zona federal del Lago de Texcoco.

Capta un caudal de tres litros por segundo de lixiviado mediante dos módulos de 1.5L/s cada uno aplicando un proceso exclusivamente fisicoquímico. Los procesos o fases de tratamiento contemplan la ejecución de los procesos de acidificación, neutralización, mezcla rápida, coagulación, sedimentación primaria, oxidación química, precipitación de fierro, sedimentación secundaria, filtración a presión y tratamiento de lodos, luego de lo cual se obtiene agua de calidad terciaria la cual es utilizada para riego de caminos.

#### Manejo de Biogás

El biogás se compone de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de metano (CH<sub>4</sub>), principalmente en proporciones casi similares y de otros gases. Los primeros son los principales de la degradación anaerobia de la materia orgánica, misma que se compone de cerca de 50% de los residuos urbanos que se disponen en Bordo Poniente.

Actualmente las tres primeras etapas cuentan con pozos de venteo en toda su superficie, y para la IV etapa, aún en operación, se ha construido una red de pozos para este fin en zonas ya clausuradas.

#### ***Clausura***

En esta fase se realizan actividades de aplicación de cobertura final a base de material limo arcilloso (tepetate) mejorándolo con enzimas que con la debida hidratación y compactación con equipo pesado, se logra un mejor sellado de los desechos y se evita la migración descontrolada del biogás generado por la descomposición de la fracción orgánica de los residuos. Este biogás es canalizado para su control, venteo e incineración mediante la perforación de pozo para su captación.

Otra actividad importante es el habilitado de zanjas o cárcamos para la captación de lixiviados para su transportación a las tinas de evaporación o para su recirculación a través de los residuos, evitando con esto posibles afectaciones al entorno ecológico.

Actualmente se cuenta con la autorización para llevar a cabo las obras y actividades autorizadas al promovente en materia de impacto ambiental para llevar a cabo el cierre de la IV Etapa del Relleno Sanitario Bordo Poniente consistente en:

- Área a ocupar 375 hectáreas para la disposición de residuos sólidos, mismas que ocupan actualmente en la IV Etapa.

## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

---

- Altura del relleno sanitario: incremento de 4 metros respecto al nivel de 8 metros en la parte perimetral y 3 adicionales en la parte central.
- Incremento en el volumen del relleno sanitario: disposición final de 6 944, 878.5 metros cúbicos de residuos sólidos municipales que incluye el llenado de los caminos de circulación entre las 8 macroceldas que operan actualmente para integrarlas en una sola superficie continua.
- Emisiones de biogás: instalación de una red de recolección para captarlo, acumularlo y quemarlo en un sistema central.
- Generación de lixiviados: recolección a través de una ampliación del sistema periférico existente de recolección y captación, así como el tratamiento en lagunas facultativas de recirculación.
- Agua pluvial: Recolección a través de un sistema de captación, conducción y descarga de escurrimientos pluviales.
- Actividades de cierre: Recubrimiento de la celda con una cubierta de tepetate impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de 1 mm de espesor. Tanto el tratamiento de lixiviados como la combustión del biogás, pueden continuar en la etapa de cierre y mas allá de ella.
- Duración del proyecto: una primera fase de 2 años, sujeta al desarrollo del monitoreo de evaluación de las lecturas de la instrumentación instalada y se verificará que el suelo sea inducido por el incremento en la altura de las celdas de residuos. La segunda fase con una duración estimada de 1.8 años a las tasas actuales estará condicionada a que al término de la primera etapa se haya demostrado, mediante las lecturas de la instrumentación geotécnica instalada, que la capacidad del suelo ha soportado la carga inducida por el incremento en la altura de las celdas de residuos, sin que se hayan producido afectaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de las estructuras adyacentes del relleno sanitario, tales como los brazos izquierdo y derecho del Río Churubusco y el Canal de la Compañía.

### Saneamiento

Posteriormente de la clausura de las áreas de disposición final se procede a la preparación final de terreno mediante la colocación de capas de tierra sobre la superficie de las celdas clausuradas como base para el establecimiento de cubiertas vegetales y la plantación de sujetos forestales.

Para la pastización se utiliza una mezcla de pasto bermuda y trébol blanco, y para la siembra de árboles se utilizan las especies producidas en los viveros IV

## ***DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.***

---

---

Etapa y Las Garzas, principalmente Tamarix, Acacia, Casuarina, Rosa Laurel, Pírul y ornamentales. Algunas especies han llegado a presentar índices de 90% de sobre vivencia.

Los invernaderos están diseñados para producir un millón de plantas anualmente. En el vivero Las Garzas se producen las plantas para ser aplicadas a la Zona Federal del Lago de Texcoco por la Comisión Nacional del Agua,

El vivero IV Etapa cuenta con una superficie de 2 ha y un invernadero de 4000m<sup>2</sup>, mientras que el vivero Las Garzas tiene 7 ha y un invernadero de 2,520m<sup>2</sup>. El primero está enfocado a la experimentación con especies ornamentales y composta; y el segundo a la producción de especies de árboles resistentes a las condiciones salinas del lugar.



---

---

**CAPÍTULO VI**  
MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA  
OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE  
TRANSFERENCIA DE TLALPAN

---

---

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

### VI. Material Didáctico

#### Antecedentes.

La estación de transferencia de Tlalpan se localiza en la carretera Picacho-Ajusco km 5.5 Col. Belvedere.

Su construcción se inició el 11 de junio de 1990 y el costo total de la obra ascendió a 1,689.4 millones de pesos.

La figura 6.1 muestra la entrada a la estación de transferencia.



Fig. 6.1 Entrada a la estación de transferencia Tlalpan

En 1990 se logró un avance del 10% contra el 30% programado dada la oposición de vecinos y grupos organizados donde la delegación suspendió la obra autorizando la ejecución de conceptos nuevos para mitigar el impacto urbano que no se incluía en el catálogo original. Al ser cubiertos estos conceptos por parte de las autoridades se tomó como plan alternativo el llevar a cabo reuniones informativas con grupos organizados de colonias, barrios y escuelas las cuales se

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

encuentran cercanas a la estación; de estas reuniones se derivó un acuerdo en donde la delegación y la población dividieron compromisos para el funcionamiento adecuado de la estación y se conformaron comités de supervisión y vigilancia.

La obra se concluyó en 1993 entrando ese mismo año en función, su operación es de tipo regional, su administración esta a cargo de la Dirección General de Servicios Urbanos y da servicio a las delegaciones Tlalpan, Magdalena Contreras y Coyoacán.

La estación de transferencia cuenta con una superficie total del terreno de 24,335 m<sup>2</sup> y una superficie construida de 3,969 m<sup>2</sup>.

Consta de una rampa de acceso y una de salida para camiones recolectores, la cual se ilustra en la figura 6.2.



Figura 6.2 Rampa de salida de camiones recolectores

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

Esta estación de transferencia cuenta con un túnel de tractocamiones para la recepción de desechos el cual se ilustra en la figura 6.3 y con un patio de maniobras con 3 tolvas para 4 descargas simultáneas cada una, que se muestra en la figura 6.4.

El hecho de que cuente con 3 tolvas para 4 descargas cada una optimiza el tiempo de espera de los camiones recolectores lo que ayuda a no tener unidades en espera, y por otra parte optimiza los recursos y las horas hombre lo que ayuda a un adecuado funcionamiento de la recolección de residuos de la zona.



Figura 6.3 Túnel de tractocamiones para recepción de desechos

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---



Figura 6.4 Patio de maniobras

En la figura 6.5 se muestra a cuatro camiones recolectores descargando en una misma tolva. Lo que implica que en las horas pico, que se presentan aproximadamente a las 13:00 hrs. todas las unidades recolectoras sean atendidas sin ningún inconveniente.

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---



Figura 6.5 Tolva con 4 camiones descargando en forma simultanea

Además la estación cuenta con un carril de encolamiento el cual se muestra en la figura 6.6, lo que es muy importante pues la población no es afectada, ya que si algunas unidades tienen que esperar a ser atendidas no interfieren en el tránsito de los vehículos que pasan cerca de la estación.



Figura 6.6 Carril de encolamiento

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

La estación también cuenta con una tolva específica para la recepción de desechos orgánicos y también con contenedores los cuales reciben desechos que se derivan del sector de la construcción, lo que se ilustra en la figura 6.7 y 6.8 respectivamente. El horario de trabajo es de domingo a lunes es de 6:00 a 21:00 horas, y los horarios del contenedor de cascajo es de 8:00 a 14:00 horas.



Figura 6.7 Tolva de desechos orgánicos

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---



Figura 6.8 Contenedor para desechos de la construcción

Esta estación cuenta con un sistema de captación, purificación y extracción de aire lo que ayuda a mitigar las posibles molestias que llegara a tener la población cercana a las instalaciones, equipo que se muestra en la figura 6.9



Figura 6.9 Sistema de captación, purificación y extracción de aire.



## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

Debido a que el área en donde se encuentran ubicadas las instalaciones es lo suficientemente grande, la estación cuenta con amplias áreas verdes las cuales abarcan aproximadamente una superficie de 13,777 m<sup>2</sup> lo que se ilustra en la figura 6.10



Figura 6.10 Áreas verdes en la estación de transferencia Tlalpan

La estación también cuenta con una zona específica para despunte, lavado y enlonado de unidades, además de una superficie de talleres que consta de 715 m<sup>2</sup> que se dividen en almacenes de vulcanizado y lubricación, caseta de herramientas, fosas de servicio, talleres y patio de maniobras.

## ***MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LA OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE TLALPAN***

---

---

En cuanto a su operación podemos mencionar que cuenta con 12 tractocamiones y recibe 341 toneladas de residuos al día.

Su capacidad instalada es de 1,500 toneladas y cuenta con 3 tolvas en operación, y con 12 cajones para recolectores, tiene un ingreso de 230 recolectores por día.

Su báscula registra un peso máximo de 80 toneladas y su orientación es de oriente a poniente, estacionan autos en rampa o patio. Tiene 2 rampas de ascenso y descenso.

En esta estación de transferencia se recibe cascajo, se recibe poda pero no la separan y no separan orgánicos. Su horario de trabajo de domingo a lunes es de 6:00 a 21:00 horas. y los horarios del contenedor de cascajo es de 8:00 a 14:00 horas.

Sus sitios de disposición final son la planta de selección de Santa Catarina y el relleno sanitario Bordo Poniente los cuales se encuentran a 37.7 y 39.1 km de distancia respectivamente.

---

---

**CAPÍTULO VII**  
RECOMENDACIONES Y  
CONCLUSIONES

---

---

### VII. Recomendaciones y conclusiones

Los residuos sólidos municipales significan quizá el eslabón más sensible de los que vinculan a la población con las autoridades, la menor falla en el servicio público de limpia ocasiona severas críticas hacia estas últimas.

La Ciudad de México ha tenido un crecimiento desmedido a partir del siglo XX, en que han cambiado tanto los estilos de vida como los recursos necesarios para mantener a la población. Parecen innumerables los problemas que acontecen a esta ciudad que se caracteriza por ser la segunda metrópoli a nivel mundial en cuanto al número de habitantes.

#### 7.1 Recomendaciones

##### Estaciones de transferencia del DF

Las estaciones de transferencia del Distrito Federal juegan un papel muy importante en el problema de residuos sólidos que tenemos en la ciudad, al realizar el presente trabajo pudimos darnos cuenta de cuan importante es contar con el servicio de recolección de residuos sólidos, el servicio que recibimos desde nuestras casas con el personal que pasa diariamente calle por calle o los camiones que también se ubican en un lugar determinado a una hora determinada, hasta llegar a los vehículos utilizados por cada estación (tractocamiones) que son los que llevan a su sitio de disposición final a dichos residuos.

Un problema muy importante que encontramos fue que la mayoría de las estaciones de transferencia ya fueron absorbidas por la mancha urbana, esto es muy problemático sobre todo para las estaciones mas antiguas debido a que el crecimiento que ha tenido la Ciudad de México ha sido desmedido, el proyecto original de dichas estaciones no contaba por ejemplo, con un carril de encolamiento, y esto esta siendo un fuerte problema para la delegación Álvaro Obregón ya que los camiones recolectores esperan a ser recibidos en la calle ocasionando así un fuerte problema en el tránsito de los automóviles que tienen que transitar por ahí, o para otras estaciones el problema es de que el olor de la basura es molesto para la población, o como en el caso la Delegación Venustiano Carranza encontramos que la estación de transferencia se encuentra localizada justo enfrente de una instalación deportiva y no tienen un adecuado servicio de limpia afuera de la estación lo que da como resultado que la calle este sucia y con un olor desagradable, lo que perjudica a las personas que acuden a dicho centro deportivo. También es importante señalar que los problemas que las estaciones pudieran tener en cuanto a su operación se debe a la administración que tienen, por ejemplo la Delegación Benito Juárez es la única que no es administrada por la Dirección General de Servicios Urbanos, es decir, esta no permite que la DGSU ni

---

---

## **RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES**

---

---

el Gobierno del D.F. maneje los recursos y mucho menos rendirle cuentas del uso de estos.

Esto es en verdad un problema debido a que como se encuentra como Delegación autónoma en lo que respecta al servicio de limpia, su operación es ineficiente y no se administran los recursos para los cuales fueron asignados como en las demás Delegaciones.

Una de las estaciones que opera muy bien es la estación de Iztapalapa ya que las estaciones Iztapalapa I y II reciben la mayor cantidad de residuos dentro de la ciudad de México, sobre todo residuos orgánicos generados por la Central de Abastos, cabe mencionar que a pesar de que dicha central genera una enorme cantidad de residuos orgánicos, solo se logró la separación de los desechos de la zona de flores y hortalizas (en especial lo que es la hoja de lechuga).

Hay que recalcar que falta mucho por hacer en lo que respecta a una separación adecuada de todos los residuos orgánicos que se generan en la Central de Abastos, ya que se tienen dificultades con los comerciantes que se niegan a separar debidamente dichos residuos, generando un gran desperdicio de residuos orgánicos que van a parar al relleno sanitario ocasionando un acelerado agotamiento de la vida útil del relleno.

### Estación de transferencia Tlalpan

Para la elaboración de este trabajo se tuvo que recorrer algunas de las estaciones de transferencia para con esto ver las condiciones en las que se encontraban y ver en cuál de estas nos autorizaban la realización de este material. Con la ayuda de la Dirección General de Servicios Urbanos, se nos dio la oportunidad de hacer dicho trabajo teniendo la opción de elegir cualquiera de las 13 estaciones, destacando la estación de la Delegación Tlalpan por contar con un área importante destinada a áreas verdes y tener todas las características que debe cumplir una estación, cabe mencionar que ésta ya fue absorbida por la mancha urbana y a pesar de ello no representa ninguna molestia a la población cercana a ella; cuando se proyectó dicha estación existió una oposición muy importante por parte de la población la cual estaba relativamente lejos de dicha estación, ya que no estaban dispuestos a tener "cerca" de su casa la estación de transferencia porque pensaban que representaría muchos problemas de ruido, de fauna nociva, de olor desagradable, etc. Esto implicó un gran conflicto para las autoridades que terminaron por llegar a un acuerdo con la población para poder permitir el servicio de dicha estación, esta es la razón por la que la estación de Tlalpan no trabaja a su máxima capacidad debido al acuerdo que se llegó con los vecinos.

## ***RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES***

---

---

Estos son en general los problemas y características más importantes que encontramos dentro de las 13 estaciones de transferencia del Distrito Federal. ¿Cómo mejorarlas? Haciendo consciente a la población de lo importante que es el tener una separación de residuos desde nuestra casa, ya que se solucionarían muchos problemas de espacio, de transporte, para el sitio de disposición final, no debemos olvidar que la mayoría de las veces un camión recolector esta transportando más volumen de aire que volumen de residuos, además de que los materiales pierden valor económico, en el caso del cartón por ejemplo, si el cartón esta mojado pierde valor y lo mismo pasa con otros materiales diferentes.

Una alternativa de solución para resolver el volumen final que llega a los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales en la ciudad de México es en primera instancia la separación y el reciclaje, la educación y el sentido de consciencia que tenemos que transmitirle a la población, pero paralelamente seria una opción, la trituración de los residuos, ya que de esta forma disminuiríamos en una manera muy importante el volumen final que llegaría al sitio de disposición.

La estación de transferencia de la Delegación Tlalpan además de que tiene un cuidado especial respecto a su limpieza (no cuenta con fauna nociva), tiene carril de encolamiento (es la única) lo que no genera molestia al tránsito de automóviles, cuenta con un sistema de absorción de polvos que se desprenden durante la transferencia de residuos a los tractocamiones. En general esta estación en particular opera de una manera muy eficiente, incluso hoy en día una escuela primaria y secundaria se encuentran a lado de la estación y no representa ninguna molestia para los estudiantes. De hecho, si no existiera ningún aviso de la existencia de la E.T. la población no se daría cuenta ya que cumple con todos los requerimientos ambientales para no generar problemas de salud pública a la población que vive en los alrededores.

Como todo, se tienen cosas buenas como malas, de las trece estaciones cabe recalcar que solo tres de ellas cumplen con los requerimientos técnicos de una estación de transferencia; las otras diez solo fueron modificadas para cumplir con las normas, mas no son eficientes en sus operaciones, sobre todo en cuanto a las horas de mayor demanda del servicio en las cuales ocasionan conflictos viales.

Se debe contar con un plan a futuro para el emplazamiento de nuevas estaciones de transferencia, lo ideal será que estas se encuentren lejos de la población, en las cuales se tenga realmente una mejoría en cuanto a las especificaciones técnicas que debe cumplir una E.T., y no modificarlas sobre la marcha por ser inadecuadas o no cumplir con los requerimientos ambientales y de salud.

## 7.2 Conclusiones

### Transferencia

El problema del control de los residuos sólidos en el Distrito Federal en los aspectos de transporte y disposición final ha mostrado avances en los últimos años; sin embargo, este avance no se ha logrado en los sistemas de recolección, todo esto debido a los grandes tiempos de recorrido que realizan los camiones recolectores al realizar su trabajo y a la separación de los residuos en el mismo camión generando tiempos muertos en los cuales dejan de realizar su labor de recolección domiciliaria.

El contar con información referente a las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos municipales es fundamental para definir la infraestructura necesaria para su manejo, como lo son las estaciones de transferencia, parque vehicular, sistemas de tratamiento y sitios de disposición final; así como, para establecer las políticas para su control y aprovechamiento. Esto es, con base en el tipo y la cantidad de residuos que se generan en cada una de las fuentes, es posible recomendar por ejemplo el compostaje para el caso de fuentes que generen gran cantidad de residuos alimenticios y vegetales como ocurre en los mercados y restaurantes; y el reciclaje en el caso de las oficinas, domicilios y comercios, entre otros, donde se genera papel, cartón, lata, vidrio y plástico en forma representativa.

Autoridades, servidores y ciudadanos, de manera conjunta deben tener como objetivo el llegar a una "cultura de la basura" que permita el aprovechamiento al 100% de materiales reciclables, sin que estos resulten contaminados por su contacto con otros. Lo contrario resulta antieconómico y antiecológico, ya que se degrada el ambiente y se heredan a futuras generaciones serios problemas ambientales.

La labor que se ha venido desarrollando es estimulante, pero como todo proceso educativo requiere de tiempo para que las técnicas de recolección, separación y confinamiento de residuos sólidos se adecuen gradualmente al avance del cambio.

Si no se elaboran adecuados programas de recolección, siempre va a existir el problema de que se mezclen materiales sintéticos con los que contienen alto contenido orgánico y por lo tanto su degradación puede verse alterada así como la recuperación de materiales susceptibles a reciclaje, tanto en valor económico como en las propiedades de dichos materiales. Es por ello que es necesario concientizar a la población desde los niveles básicos para que separen sus residuos desde su hogar; un caso muy particular y que probablemente no tenga muchos resultados inmediatos, pero que no significa que sean inútiles los esfuerzos empleados será, crear un programa en las escuelas de educación básica donde se les enseñe a los

---

---

## **RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES**

---

---

niños los beneficios del separar la basura así como también que se utilicen los recipientes adecuados para separar los residuos orgánicos de los inorgánicos; esta medida a la larga creará un sentido de responsabilidad en los futuros ciudadanos de nuestra sociedad y con ello la reducción de residuos y un ambiente seguro para ellos y las futuras generaciones.

### Disposición Final

Tal vez los problemas más graves en la práctica de la recuperación y aprovechamiento, incluso como método de eliminación parcial de residuos, sean la ausencia de mercados estables y la falta de precios razonables para los materiales recuperables. La disponibilidad de materiales de recuperación y procesos de materiales para el mercado, junto con los precios a que se venden estos, determinan si la recuperación es rentable o no, desde el punto de vista económico.

Las plantas de separación son herramientas muy valiosas y será necesario para lograr su total éxito complementarlas y repetirlas. Su éxito radica en la separación de la totalidad de los materiales reciclables, pues todo lo que no sea reciclable es contaminante. Por ello, no se deberá disponer de materiales mezclados, hacerlo afectaría a la contaminación de los mantos freáticos; para ilustrar esto basta señalar que una sola **pila** puede contaminar hasta 600, 000 litros de agua o que un **chicle** se lleva 20 años para degradarse en un medio natural.

En los casos de los rellenos sanitarios, de recuperarse cantidades de subproductos comercializables, el tiempo de vida útil de los sitios de disposición final aumentarían y habría importantes reducciones de presupuesto destinado al mantenimiento del sitio; con esto ya no se tendrían los problemas de buscar nuevos sitios (que cada vez son más alejados de la mancha urbana) para disponer los residuos que la población genera. Un caso muy interesante en un plazo largo es la eliminación total de los rellenos sanitarios y en vez de enterrar dichos residuos, sean una fuente de energía limpia, pura y que no tenga costos elevados para su generación. Cabe resaltar que dicha alternativa tardara muchísimos años en llevarse a cabo ya que desgraciadamente como país del tercer mundo, estamos muy rezagados en cuanto a tecnología y por el momento los rellenos sanitarios son los más adecuados para la disposición final de los residuos sólidos.

En términos generales la estrategia a seguir para alcanzar un manejo adecuado de los residuos sólidos implica la participación tanto del gobierno, la industria, el comercio, como de la sociedad en general, los cuales además deben de contar con información confiable y actualizada que les permita conocer las alternativas y opciones disponibles para reducir el impacto de la basura sobre el medio ambiente.

Dada la naturaleza dinámica y el continuo crecimiento de la generación de los residuos sólidos en el Distrito Federal, los esfuerzos realizados deben de continuar



## ***RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES***

---

---

y ampliarse las áreas de la recolección, si se deja, lo avanzado se perderá y con ello una gran cantidad de recursos y esfuerzos.

Reviste especial importancia el que las autoridades apoyen el inicio de esta cultura, que en otros países ya presenta grados de avance muy importantes, pues se incentiva el que los materiales tengan más de un ciclo de uso, dando más vida al planeta, existiendo incluso normatividad para la materia.

Con la mentalidad de conservar los recursos naturales y reincorporar los materiales a los procesos productivos, es necesario establecer un sistema integral de aprovechamiento de residuos sólidos en la Ciudad de México, para lo cual es importante contar con la participación de la iniciativa privada, en lo referente a tecnología, financiamiento y operación de los sistemas de tratamiento. El tratamiento es una suma de procesos necesarios para la gestión actual de los desechos sólidos, no es contrario a la disposición final, sino que es complementario.

Separar, clasificar, empaquetar y reciclar materiales provenientes de la basura, genera 200 veces más empleos que los que demanda el proceso industrial de origen, por lo que en esta tarea encontramos la solución para muchos conciudadanos actualmente sin empleo. Esto es algo que no existe y que se le debiera de prestar atención especial como una alternativa de acabar con el alto índice de desempleo y disminuir las cantidades de residuos que llegan al sitio de disposición final.

Con un buen programa de separación de basura y, contando con la participación activa y responsable de la población, se podrán crear mayor cantidad de plantas de composta o renovarlas con mejores equipos para que con ello sea una forma viable de reducir la cantidad de materia orgánica destinada a los sitios de disposición final y generar una menor cantidad de lixiviados en dichos rellenos.

Es difícil que se pueda disminuir la generación de residuos ya que tal situación es poco probable que se presente, por lo que pudiera suceder sería que se mantuviera por tiempos prolongados los volúmenes que actualmente se manejan. Esta idea se basa en que la población está en constante aumento y por lo tanto la generación per cápita también aumenta, aunado a que también es cada día más común la práctica consumista de la población.

Dentro de este último aspecto, principalmente las autoridades municipales son las más indicadas para elaborar un marco general de información o diagnóstico con el cual se reconozcan y definan los problemas relacionados desde la generación hasta la disposición final de los desechos sólidos, dando las pautas a seguir para una correcta planeación de las acciones entre los agentes involucrados en la prestación del servicio del aseo urbano.

---

---

# **GLOSARIO**

---

---

## **GLOSARIO**

### **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 aprovechamiento posterior.

### **Acopio**

Acción que tiende a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.

### **Acuífero**

Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

### **Agente infeccioso**

Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso.

### **Almacenamiento**

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

### **Aprovechamiento de residuos**

Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

### **Biogás**

Mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos, constituida principalmente por metano y bióxido de carbono.

**Clausura**

Sellado del área de un sitio de disposición final después de la suspensión definitiva de la recepción de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

**Cobertura**

Capa de material natural o sintético, utilizada para cubrir los residuos sólidos, con el fin de controlar infiltraciones pluviales y emanaciones de gases y partículas, dispersión de residuos, así como el contacto de fauna nociva con los residuos confinados.

**Cobertura final de clausura**

Revestimiento de material natural o sintético, o ambos; que se coloca sobre la superficie del sitio de disposición final, cuando éste ha cumplido su vida útil, abarcando tanto a los taludes como a los planos horizontales.

**Composta**

Producto resultante de la descomposición controlada (aerobia) de la materia orgánica.

**Conformación final**

Configuración geométrica y de los niveles finales del sitio de disposición final.

**Consumo**

Acción de adquirir bienes materiales para satisfacer necesidades.

**Consumismo**

Compra excesiva de productos no necesarios o superfluos.

**Contenedor**

Recipiente destinado al depósito temporal de los residuos sólidos.

**Control**

Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

**Desarrollo sustentable**

Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

**Disposición final**

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

**Estaciones de transferencia**

Instalaciones para el transbordo de los residuos sólidos de los vehículos de recolección a los vehículos de transferencia.

**Fauna nociva**

Especies animales potencialmente dañinas para la salud y los bienes, asociadas a los residuos.

**Frente de trabajo**

Área del sitio de disposición final en proceso de llenado, que incluye generalmente la descarga, esparcido, compactado y cubierta de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

**Generador**

Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

**Generación**

Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.

**Generadores de alto volumen**

Personas físicas o morales que generen un promedio igual o superior a 50 kilogramos diarios en peso bruto total de los residuos sólidos o su equivalente en unidades de volumen.

### **Gestión integral**

Conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final.

### **Gestor**

Persona física o moral autorizada para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos.

### **Gran generador**

Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

### **Incineración**

Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

### **Infiltración**

Penetración de un líquido a través de los poros o intersticios de un suelo, subsuelo o cualquier material natural o sintético.

### **Interfase**

Barrera de suelo natural, o intercalada con material sintético o natural, necesaria para evitar el paso de lixiviado. Se calcula por unidad de superficie y se expresa en metros de espesor del suelo.

### **Lixiviados**

Líquidos que se forman en las concentraciones de basura y que al escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos sólidos pueden dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

### **Microgenerador**

Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

### **Minimización**

Conjunto de medidas tendientes a evitar la generación de los residuos sólidos y aprovechar el valor de aquellos cuya generación no sea posible evitar.

### **Monitoreo ambiental**

Conjunto de acciones para la verificación periódica del grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos para evitar la contaminación del ambiente.

### **Pepena**

Acción de recoger entre los residuos sólidos aquellos que tengan valor en cualquier etapa del sistema de manejo.

### **Pequeño generador**

Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

### **Plan de manejo**

Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnología, económica y social.

### **Planta de separación o selección**

Instalación donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección y tratamiento de los residuos sólidos para su valorización o, en su caso, disposición final.

### **Reciclaje**

Transformación de residuos sólidos a través de procesos que permiten elaborar nuevos envases, empaques y productos.

### **Recolección**

Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

### **Recolección selectiva o separada**

Acción de recolectar los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánicos y de manejo especial.

### **Relleno sanitario**

Obra de infraestructura que aplica métodos para la adecuada disposición final de los residuos sólidos.

### **Residuo**

Es cualquier material que resulta de un proceso de fabricación, transformación, uso, consumo o limpieza que carece de valor o utilidad para el propietario. Residuo en muchas ocasiones es sinónimo de basura y de desperdicios.

### **Residuos inorgánicos**

Todo residuo que no tenga características de residuo orgánico y que pueda ser susceptible de un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y demás no considerados como de manejo especial.

### **Residuos de manejo especial**

Son los que requieran sujetarse a planes de manejo específicos con el propósito de seleccionarlos, acopiarlos, transportarlos, aprovechar su valor o sujetarlos a tratamiento o disposición final de manera ambientalmente adecuada y controlada.

### **Residuos orgánicos**

Todo residuo sólido biodegradable, es decir, que se integra al suelo en poco tiempo.

### **Residuos sanitarios**

Son aquellos que contienen excreciones del cuerpo humano, tanto líquidas como sólidas.



### **Residuos sólidos**

El material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o se deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.

### **Residuos urbanos**

Los generadores en casas habitación, unidades habitacionales o similares, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados como residuos de manejo especial o peligrosos.

### **Reutilización**

El empleo de un residuo sólido sin que medie un proceso de transformación.

### **Segregación inicial**

Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

### **Sitio controlado**

Sitio adecuado de disposición final que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero que no cumple con las especificaciones de impermeabilización.

### **Transferencia**

Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, a los vehículos de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema.

### **Transporte primario**

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados en las fuentes de generación hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**Transporte secundario**

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.

**Tratamiento**

El procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos sólidos y se reduce su volumen o peligrosidad.

**Tratamiento centralizado**

Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar a su destino final.

La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

**Valorización**

Acción de agregar valor a un residuo a través de su debida separación, acopio y tratamiento, para hacer de él un objeto mayormente comercializable.

**Vida útil**

Es el periodo de tiempo en que el sitio de disposición final será apto para recibir los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El volumen de los residuos y material terreno depositados en este periodo, es igual al volumen de diseño.

---

---

# **BIBLIOGRAFÍA**

---

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros, Leyes, Reglamentos y Normas**

1. Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA). *Estudios sobre el manejo de RS en el Distrito Federal*, Mayo 1999.
2. Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Programa de Gestión Integral de RS para el D.F.*, 1 de Octubre de 2004.
3. George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel A. Vigil. *Gestión Integral de residuos sólidos*. Mc Graw-Hill, 1994.
4. Gobierno del Distrito Federal. *Cómo y por qué separar la basura*, septiembre 2004.
5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, octubre 2003.
6. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, abril 2003.
7. NOM-083-SEMARNAT-2003.
8. Ricardo Estrada Nuñez. *Manejo de los RSU en el Distrito Federal*, 2007.

### **Documentos de Instituciones Gubernamentales**

1. Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos. Ciudad de México. *Servicio de Limpia y Recolección de Basura en el D.F.*, Julio de 1996.
2. Instituto Nacional de Ecología. *Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos en áreas urbanas*, 1996.
3. SEDESOL. *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*.
4. Secretaría de Obras y Servicios. Dirección General de Servicios Urbanos, 2004

**Páginas en internet**

1. <http://www.castro-urdiales.net>
2. <http://www.cepis.ops-oms.org>
3. <http://www.fortunecity.es>
4. <http://www.giresol.org>
5. <http://www.ine.gob.mx>
6. <http://www.latinrieles.net>
7. <http://www.marn.gob.sv>
8. <http://www.obras.df.gob.mx>
9. <http://www.sma.df.gob.mx>
10. <http://www.vialibre-ffe.com>