

50322  
8



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**ZARAGOZA**

**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

**INFORME DE EXPERIENCIA  
PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGO  
PRESENTA:  
CARLOS/CHÁVEZ PADILLA**

**DIRIGIDO POR:  
BIOL. RAMIRO RÍOS GÓMEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MÉXICO D.F.**

**2003**

**A**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

JEFATURA DE LA CARRERA DE BIÓLOGO

ASUNTO: ASIGNACIÓN DE SINODALES

ESTIMADOS MAESTROS:

La Dirección de la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", los ha nombrado como Sinodales del Examen Profesional del alumno:

**CARLOS CHÁVEZ PADILLA**

Quien presenta como trabajo recepcional: **Manejo de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de México.**

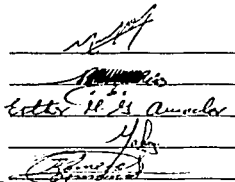
PRESIDENTE M. en C. MANUEL F. RICO BERNAL

VOCAL BIÓL. RAMIRO RÍOS GÓMEZ

SECRETARIO DRA. ESTHER MATIANA GARCÍA AMADOR


SUPLENTE BIÓL. MA. DE LOS ÁNGELES GALVÁN VILLANUEVA

SUPLENTE BIÓL. JOEL ROMERO CARMONA

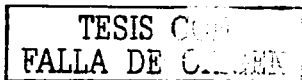


Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarles.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
México, D. F., a 30 de mayo de 2003.

  
BIÓL. MARICELA ARTEAGA MEJÍA  
JEFE DE LA CARRERA

c c p Departamento de Control de Escolar  
c c p Interesado



3

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A mis padres***

*Porque sin su ayuda y comprensión no hubiese sido posible este logro, y por lo tanto también les pertenece.*

*La culminación de una meta; no es solo el trabajo de un hombre; es el esfuerzo de muchos seres que comparten tus pensamientos y que son representados por una sola persona; por ello quiero agradecerles con todo el corazón:*

### ***A mis Hermanos***

*Beatriz, Yolanda, Rosalba y Victor Hugo; por ser pacientes conmigo y por su confianza en mí.*

### ***A mi Profesor***

*Ramiro Ríos Gómez, por que gracias a su experiencia, apoyo y consejos este trabajo llega a su fin.*

### ***A los cuates***

*Angy y Salvador por su apoyo incondicional y desinteresado*

### ***A Paz***

*Que con la fragilidad de su ser confió en mí, marcando los días hacia una etapa importante en mi vida, gracias por tu cariño y apoyo.*

**Gracias**

## INDICE

	Pag.
I. Resumen .....	1
II. Introducción .....	2
III. Objetivos .....	3
IV. Metodología.....	4
V. Desarrollo .....	5
5.1 <i>Historia del Manejo de los Residuos Sólidos</i> .....	5
5.2 <i>Generación de residuos municipales en la Ciudad de México</i> .....	11
5.3 <i>Situación Actual por el Manejo los Residuos Sólidos</i> .....	18
5.4 <i>Legislación Ambiental en Materia de Residuos Sólidos</i> .....	34
5.5 <i>Impactos por el Manejo de Residuos Sólidos</i> .....	39
VI. Conclusiones y Propuestas .....	45
VII. Literatura citada .....	50

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## I. RESUMEN

El servicio de limpia en la Ciudad de México se remonta desde la gran Tenochtitlán, donde los calpixque, topiles y macehuales eran los encargados. Durante el gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, la actividad de compra venta de productos únicamente se realizaba en los mercados públicos con el fin de evitar la generación de residuos. Fue en 1526-1600 cuando se establecieron sitios específicos donde se permitió depositar basura. El crecimiento de la zona urbana obliga al conde de Revillagigedo en 1790 a dictar medidas de higiene y dividir el servicio de limpieza en la ciudad por un lado y por otro el de los barrios, en esta época la ciudad contaba con 14 tiraderos. La recolección de materiales con posibilidades de reutilización data desde 1848; y para 1873 ya se recupera vidrio, hilacha y metales.

El problema de la basura se agudiza en 1920, año en el que se recolectan 375 toneladas diarias, empleándose 720 personas en el día y 130 por la noche.

En 1950 el servicio de limpia cuenta con 219 camiones, 19 barredoras y 69 carros de tracción manual recolectando un total de 2,000 toneladas al día.

En 1975 se recolectan 7,000 toneladas al día y para el periodo que abarca los años de 1983-1988 un total de 9,300 toneladas al día.

En el año 2002 se tiene una generación estimada de 12,000 ton/día, con una producción per capita de 0.950 Kg, trece estaciones de transferencia de residuos sólidos y se cuenta con dos sitios (Santa Catarina y Bordo Poniente) que reciben toda la basura generada en la ciudad; Bordo Poniente es el primero en implementar procedimientos para depositar residuos en la república mexicana; como es el diseño de celdas, selección del sitio, preparación del sitio, entre otras. Aún con ello existen ciertas deficiencias en la operación las cuales pueden ser superadas, por ejemplo: al separar desde la fuente de generación, deben diseñarse rutas de recolección más eficientes, las estaciones de transferencia deben contribuir a la captación y recuperación de residuos reciclables, mejorar el parque vehicular, planificar los sitios de disposición final para aumentar el tiempo de vida útil, implementar en los rellenos sanitarios todas aquellas barreras físicas para evitar la contaminación de mantos acuíferos e impactos al ambiente, instalar plantas de tratamiento de lixiviados y captación de biogas en los sitios de disposición final.

Esto propicia cumplir con la normatividad existente en materia de rellenos sanitarios; debido a que en la localidad no hay quien vigile, supervise y sancione, en virtud de ser el gobierno local quien se encarga del manejo de los residuos sólidos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## II. INTRODUCCION

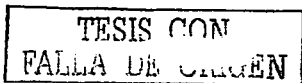
El problema de los residuos sólidos no es actual, data desde la aparición de cualquier núcleo de población, grande o pequeño sin importar el tipo e intensidad de las actividades que realice para la obtención de sus satisfactores. Lo que si es claro que la cantidad y composición de los residuos sólidos generados es función directa de las principales actividades realizadas, también dependiendo del tamaño de la población esta la cantidad total generada y en función del status o nivel jerárquico el volumen percapita.

Para toda sociedad sin embargo, la generación de residuos ha representado un problema tanto para mantener limpios los espacios públicos como propiedades privadas. Desde luego no menos importante ha sido el problema de su manejo y disposición final, pues en todo sitio donde se concentran representan una fuente de contaminación estética, química y particularmente biológica, al proliferar diferentes especies de insectos y pequeños mamíferos que actúan como vectores de enfermedades para la población humana. Se les coloque donde sea, cambian la fisonomía del lugar y degradan su calidad, ya sea por su presencia, malos olores, partículas o gases emitidos a la atmósfera cuando se les incinera o bien por contaminación química y biológica del suelo, aguas superficiales y subterráneas.

La disposición a cielo abierto ha sido hasta 1983, la práctica mas generalizada de la disposición final, así en 1982 para depositar los residuos de la Ciudad de México, se contaba con siete tiraderos a cielo abierto (Santa Cruz Meyehualco, Santa Fe, San Lorenzo Tezonco, Tlalpan, Tlahuac, Milpa Alta y Vaso de Texcoco), algunos de los cuales se clausuraron por no contar con medidas sanitarias que protegieran al ambiente y a la población; por lo que fueron convertidos en áreas recreativas y parques deportivos.

Hoy en día, los residuos sólidos son confinados por enterramiento controlado o bien por relleno sanitario, a la fecha el sitio que recibe casi el 100% de los residuos sólidos de la Ciudad de México es Bordo Poniente.

El presente estudio esta encaminado a efectuar un análisis del manejo del que han sido y son objeto los residuos sólidos, identificar los diferentes impactos por su manejo, a fin de establecer el manejo que han realizado las autoridades; dentro del marco juridico en la disposición final y en su caso señalar aquellos puntos que no son claros por la reciente normatividad ambiental.



### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Hacer una descripción histórica y actual del manejo de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de México, enfatizando como puede adecuarse el marco jurídico para la disposición final.

#### **3.2 Objetivos particulares**

1. Efectuar una revisión bibliográfica existente sobre la generación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de México.
2. Describir los procedimientos de manejo actuales para los residuos municipales
3. Identificar los diferentes impactos en el manejo de los residuos sólidos
4. Establecer dentro del marco jurídico, el ámbito de competencia de las distintas autoridades en el manejo de los residuos municipales
5. Proponer sistemas apropiados para el manejo de los residuos municipales

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### **IV. METODOLOGIA**

El presente trabajo de investigación se realizó cubriendo los siguientes aspectos:

##### **4.1 Generación de residuos sólidos en la ciudad de México:**

**Reseña histórica de su manejo y descripción actual de la generación, tratamiento y disposición final.**

Esto se logró a través de lo siguiente:

- Revisión bibliográfica de las fuentes disponibles.
- Entrevistas con los encargados del área en la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU).
- Análisis y procesamiento de la información recabada sobre el tema.

La información recabada corresponde en su mayoría a datos e informes de la DGSU; por ser la responsable en la Ciudad de México; del manejo de los residuos municipales, además de contar con una biblioteca con temas relacionados a los residuos sólidos.

##### **4.2 Impacto en el manejo de los residuos sólidos.**

Los datos e informes que se presentan corresponde a estudios e informes de la DGSU.

**4.3 Identificación de la normatividad existente para el manejo de los residuos municipales y establecer el marco de competencia entre las distintas autoridades**

A través de la revisión de la legislación y normatividad que hasta la fecha existe en el país se logró establecer el ámbito de competencia entre las distintas autoridades para el manejo de los residuos municipales.

**4.4 Propuestas de manejo para la mejor disposición final de residuos municipales considerando sus efectos en el ambiente**

Conjuntando la información existente y considerando la experiencia laboral se proponen aquellos mecanismos que serían convenientes aplicar en la Ciudad de México para el manejo de los residuos municipales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## V. DESARROLLO

### 5.1 Historia del manejo de los residuos sólidos

Conocer la historia de la basura, es conocer la historia del mundo ordinario, el de todos los días; en donde se resolvían y resuelven los problemas que se generan con el consumo diario. Conforme ha avanzado la civilización, también se ha ido haciendo más.....  
[www.dfg.gob.mx/cisitas/basura.htm](http://www.dfg.gob.mx/cisitas/basura.htm) (25-feb-2003)

Históricamente, el servicio de limpia en el Valle de México se remonta hasta la época prehispánica. Se sabe que los encargados de la limpieza de la gran Tenochtitlán eran los calpixque, topiles y macehuales. Los primeros eran autoridades imperiales que tenían a su cargo la organización de los trabajos de limpieza de las calles; los segundos, hacían la función de supervisar los trabajos propiamente de barrido y regado de calles realizado por los macehuales, quienes eran ciudadanos comunes de los barrios, empleados para desempeñar trabajos colectivos de limpieza (AMCRESPEC, 1993). Durante el gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, en la ciudad toda la actividad comercial se llevaba a cabo dentro de los mercados públicos, por lo que no se podía comprar ni vender fuera de ellos, de esta forma, no se generaba basura (López, 2001). A su vez, más de mil personas (macehuales), recorrían la ciudad colectando basura que hubiera tirada, la cual era depositada en tiraderos ubicados en zonas pantanosas, posteriormente, la basura era incinerada para iluminar la ciudad, otro aspecto importante es el que la materia séptica y las excretas se utilizaban como abono.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Durante el periodo de 1526-1600, se ordena mantener limpias las propiedades, para evitar la creación de muladares, se establecen sitios donde se permite arrojar desperdicios, el servicio de limpia se da a contrato, las autoridades proporcionan el equipo para cumplir con el servicio (carretones y mulas) y algo interesante es el cobro de multas (tres pesos oro) a quien arroje agua sucia o basura a las calles.

Hacia 1790, el conde Revillagigedo dicta medidas de higiene para la población; también da inicio la prestación del servicio de limpia en los barrios, por lo que el servicio se divide en el de la ciudad y el de los barrios; para eso entonces la Ciudad ya cuenta con 14 tiraderos distribuidos hacia los cuatro puntos cardinales:

Al norte; en los barrios de Puente del Clérigo y san Martín;  
Al poniente; en los barrios de San Diego y Paseo Nuevo;  
Al sur; en Campo Florido, Salto del agua; Niño perdido y Caballete;  
Al oriente; San lázaro y San Antonio Tomatlán.

La basura en ocasiones es utilizada para nivelar calles y en la construcción de bordos de protección contra inundaciones.

Para 1848; es común ver personas buscando restos en la basura que puedan ser útiles, el servicio de limpia se delega a los alcaldes y se establecen ordenamientos sobre los sitios donde se ubican los basureros. En 1873, los basureros se sitúan en la parte oriente del barrio de San Antonio Tomatlán, ver foto 1, se inicia la separación de vidrio, hilacha y metales en los propios basureros.

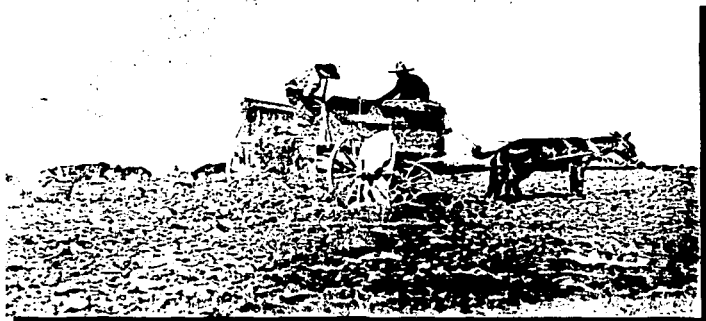


Foto.1 Descarga de basura en el tiradero de San Antonio Tomatlán (1895-99)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En 1900 la basura se empieza a depositar en el basurero de Zoquipa, donde al parecer un contratista emplea algunos subproductos para fabricar cola, sulfato y carbón entre otros; los carros de limpia se empiezan a cubrir con lonas y se crea la Dirección de Barrido y Riego de las calles; aquellas calles que cuentan con asfalto, son lavadas una vez a la semana. En 1906, el número de pepenadores llegaba a 289; y se barrían entre 209 y 244 calles mensualmente; así como de 98 a 120 calles con equipo mecánico. La foto 2 ilustra a un barrendero en la época de Porfirio Díaz.



Foto.2 Barrendero con sus implementos de trabajo (1910)

La generación de residuos es significativa, para el año de 1920 se colectaban más de 375 toneladas de basura al día, empleándose para ello 720 personas en el día y 130 por la noche; por lo que se emplean en los siguientes años vehículos como los que se muestran en las fotos 3 y 4; en 1941, se transportaban entre 600 y 800 toneladas de basura al día a los tiraderos de la Magdalena Mixhuca, Santa Catarina; Bramaderos, La Modelo, Dos Ríos, Nativitas, Independencia y Pedregal (ver foto 5).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Foto. 3 Vehículo recolector con cubierta en la caja (1924)

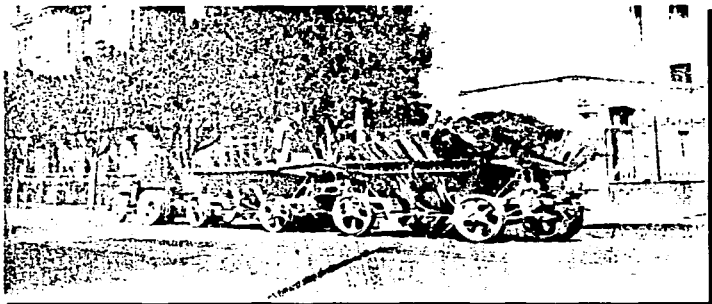


Foto. 4 Vehículos automotores para el servicio de limpia (1925-1935)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En 1950, el servicio de limpia cuenta con 219 camiones, 19 barredoras y 69 carros de tracción animal, a finales de este año, se recolectaban alrededor de 2,000 toneladas de basura al día, cifra que aumenta para 1975 a 7,000 toneladas diarias, y en el periodo de 1983-1988, se registró un total de 9,300 toneladas de basura al día.

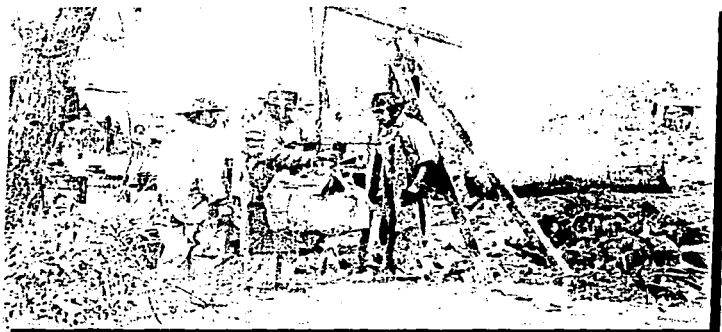


Foto. 5. Imagen del tiradero del Pedregal de San Angel (1947)

Debido al crecimiento de la Ciudad y a la cantidad de desechos que se están generando, surge la necesidad de transportar los residuos a sitios más distantes con vehículos de mayor capacidad que los vehículos recolectores; por lo cual en el primer tercio de los 70's, se inicia la construcción de estaciones de transferencia en el Distrito Federal, siendo la primera la que se encuentra en la delegación Miguel Hidalgo.

En 1982 existían siete tiraderos a cielo abierto: Santa Cruz Meyehualco, cuya extensión era de 150 hectáreas, y llegó a constituirse a lo largo de 40 años de vida útil en un centro de influencia que condicionó el sistema de manejo de los desechos en su conjunto y represento además, uno de los principales focos de contaminación ambiental; Santa Fe, tiradero que funciona por más de 35 años y cuya clausura tuvo lugar en 1994 y en la actualidad se convirtió en uno de los sitios más caros de la ciudad; San Lorenzo Tezonco, que ocupaba el tercer lugar en importancia en el Distrito Federal; Tlalpan; Tláhuac; Milpa Alta y el Vaso de Texcoco.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Foto 6 Descarga de basura en el tiradero del Pedregal de San Ángel (1947)

Estos tiraderos a cielo abierto se clausuraron entre 1983 y 1988, recuperándose aproximadamente 300 hectáreas en áreas verdes y centros deportivos. En 1984 se conforma la Dirección General de Servicios Urbanos; quien se encarga del destino final de los residuos municipales en la Ciudad de México, así como de la operación, mantenimiento y control de los sitios de disposición final con actividad y aquellos que fueron clausurados.

Los sitios clausurados se reforestaron, y en algunos casos se construyeron parques recreativos como la Alameda Poniente en el tiradero de Santa Fe; el Parque Cuilnáhuac; en el ex-tiradero de Santa Cruz Meyehualco y la Alameda Oriente, en el tiradero de escombros del Bordo Xochiaca.

Debido a la clausura de los tiraderos, se pone en marcha la construcción y operación de los rellenos sanitarios Bordo Poniente y Prados de la Montaña entre 1983 y 1988, siendo estos los primeros rellenos sanitarios en el país; mientras que en el año de 1988 el tiradero a cielo abierto de Santa Catarina en el estado de México, se transforma y continuo su operación como tiradero controlado.

Conscientes las autoridades del problema y aumento en la generación de residuos, en 1991, pone en marcha la Planta incineradora de San Juan de Aragón, la cual tuvo que cerrar años más tarde por los problemas de contaminación atmosférica y las contingencias ambientales que se presentaron en la Ciudad.

De tal manera, que la única técnica utilizada en la Ciudad de México, como método de disposición de residuos es el de relleno sanitario y hasta la fecha solo continúan operando dos sitios que reciben el 100% de los residuos colectados en la Ciudad; Bordo Poniente y Santa Catarina. Bordo Poniente recibe alrededor de 12,000 toneladas diarias de residuos.

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

## 5.2 Generación de residuos municipales en la Ciudad de México

La civilización de la Ciudad de México data del año 1325, en la cual los aztecas fundaron su capital; Tenochtitlan. La capital fue construida en un islote cerca del lago de Texcoco y cubría un área de aproximadamente 10 km<sup>2</sup>.

Actualmente la Ciudad de México es una de las más grandes ciudades del mundo; el DF forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), incluyendo un segmento geográfico del estado de México. En total, la ZMVM tiene un área geográfica de 9,000 km<sup>2</sup> a una altitud de 2,240 m.s.n.m. La población de esta región es de alrededor de 16 millones, lo que representa el 17.6% del total de habitantes del país (91.1 millones en 1995). En consecuencia la ciudad tiene preocupaciones en materia ambiental, lo cual se traduce en decremento de la calidad de vida y recursos naturales, como bosques y biodiversidad.

Uno de estos problemas es la generación de residuos municipales. Se estima una generación anual nacional de más de 32 millones de toneladas de residuos municipales, para una población que rebasa los 95 millones de habitantes (cifras INEGI). Para el caso de la Ciudad de México su generación promedio anual es de 4.32 millones de toneladas de basura, lo cual representa una generación en el ámbito nacional de 13.5%.

Los cambios en los patrones de consumo y los niveles de ingreso, que se han registrado en los últimos años, han propiciado que los residuos municipales pasen de ser una mezcla de materiales densos y casi completamente orgánicos, a otra más voluminosa y parcialmente no biodegradable. Al respecto, en 1994, el Instituto Nacional de Ecología, indicaba que el 53.4% de los residuos generados en nuestro país, seguía siendo materia orgánica (alimentos, frutas, legumbres entre otros), mientras que alrededor del 14% era papel y cartón, 6% vidrio, 4% plástico, 1.5% textil y 3% hojalata; El caso del Distrito Federal es interesante, ya que en 1950, solo un 5% de la basura no era biodegradable, mientras que en la actualidad, este porcentaje representa más del 30% (Sánchez,2001).

Otro aspecto importante es que en 1950, cada persona en la Ciudad de México, producía 0.37 kilogramos de basura al día, en la actualidad se estima que, en promedio, cada uno de nosotros genera diariamente 1 kilogramo de residuos sólidos.

El Gobierno del Distrito Federal ha realizado estudios sobre la cantidad de residuos, generación y su composición desde 1993; con la finalidad de establecer nuevas alternativas de tratamiento, adquisición de equipo para el control y manejo de los residuos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



De dichos estudios se desprende que; una parte importante de los residuos generados en 10 municipios de la zona conurbada del Estado de México son transportados a los sitios de disposición final que opera la Dirección General de Servicios Urbanos. Los residuos provienen principalmente de los siguientes municipios:

- Atenco;
- Chalco;
- Chiautla;
- Chinconzac;
- Cuautitlán Izcalli;
- Ecatepec;
- Ixtapaluca;
- Netzahualcóytl;
- La Paz;
- Texcoco y
- Valle de Chalco

### Composición de los residuos y tasa de generación.

Los residuos municipales, también denominados comúnmente "basura", son una mezcla heterogénea de materiales degradables y no degradables, con diferentes tamaños, formas y con una gran variabilidad en sus características físicas, químicas y biológicas; lo cual hace que su manejo no solo sea difícil, sino que demande de personal capacitado y de equipos diversos, así mismo de una clasificación para su control y reaprovechamiento de residuos (Sánchez,2001).

También puede decirse que los residuos son aquellos que provienen de las casas, lugares públicos y privados, construcciones y demoliciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como los residuos industriales que se derivan de su proceso (PUMA,1995).

Por lo tanto; en la Ciudad de México, la DGSU ha establecido una clasificación de los residuos sólidos municipales; dicha clasificación esta compuesta por cinco grupos y 18 sub-grupos que se generan de acuerdo a la fuente que los origina y que se presentan en la fig 1. Lo que da como resultado una clasificación en 35 tipos de residuos identificados en el DF:

- |                        |                              |                           |
|------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. Abatelenguas        | 13. Loza y cerámica          | 25. Poliuretano           |
| 2. Algodón             | 14. Madera                   | 26. Poliuretano expandido |
| 3. Cartón              | 15. Material de construcción | 27. Residuo alimenticio   |
| 4. Cuero               | 16. Material ferroso         | 28. Residuo de jardinería |
| 5. Envase de cartón    | 17. Material no ferroso      | 29. Toallas sanitarias    |
| 6. Fibra dura vegetal  | 18. Papel bond               | 30. Trapo                 |
| 7. Fibra sintética     | 19. Papel periódico          | 31. Vendas                |
| 8. Gasa                | 20. Papel sanitario          | 32. Vidrio de color       |
| 9. Hueso               | 21. Pañal desechable         | 33. Vidrio transparente   |
| 10. Hule               | 22. Placas radiológicas      | 34. Residuo fino          |
| 11. Jeringa desechable | 23. Plástico de película     | 35. Otros                 |
| 12. Lata               | 24. Plástico rígido          |                           |

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

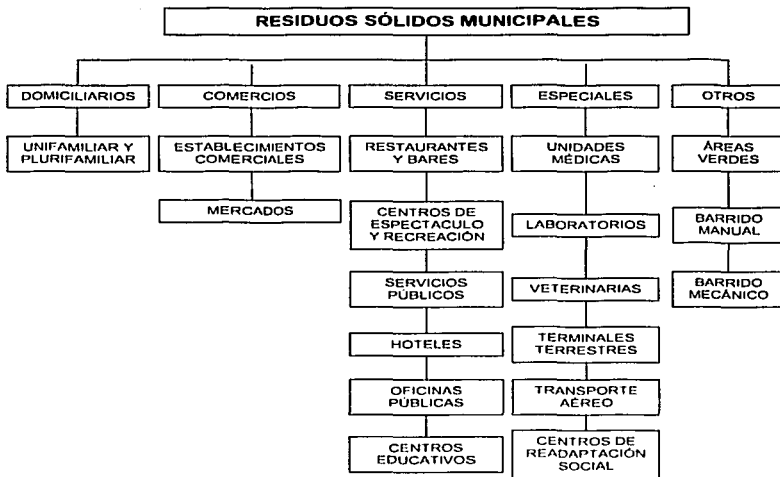


Figura 1. Clasificación General de los Residuos Sólidos Municipales  
 Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección Técnica de Desechos Sólidos, 2002

Según el Plan Metropolitano de Recursos Naturales, se considera que el DF a pesar de ser la entidad federativa más pequeña del país y la que presenta mayor contaminación sobre los ecosistemas, ocupa el 23 lugar en número de endemismos (animales nativos y restringido a una región geográfica particular) en vertebrados mesoamericanos y el 24 en endemismos estatales (CONSERVA, 1998). Así tenemos que para mantener los niveles de calidad ambiental en la ciudad es necesario verificar entre otros factores, los índices de generación de residuos; para este caso tenemos que la generación por delegación es variada, debido a su actividad comercial y sociocultural como lo muestra la tabla 1 y la figura 2.

En donde, la delegación Iztapalapa es la de mayor generación de residuos con una producción diaria de 2,668 toneladas.

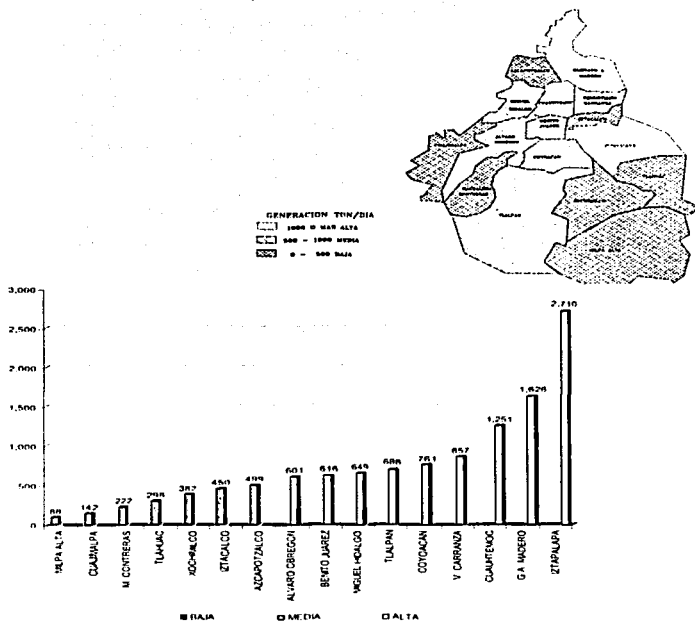
**Tabla .1 Generación de residuos sólidos por fuente  
en delegaciones  
(Ton/día)**

DELEGACIÓN	POBLACIÓN	DOMICILIARIOS	COMERCIOS	SERVICIOS	ESPECIALES	OTROS	TOTAL
1 ALVARO OBREGÓN	696,753	403 515	78 389	50 806	31 245	37 229	601,183
2 AZCAPOTZALCO	444,723	256 590	129 068	86 117	16 320	11 894	498 989
3 BENITO JUÁREZ	363,515	203 135	211 204	149 121	33 264	19 764	616 488
4 COYOACÁN	651,631	412 502	194 221	114 179	17 243	23 252	761,396
5 CUAJIMALPA	159,301	96 998	29 305	9 028	4 620	1 315	142 160
6 CUATIHTEMOC	521,383	318 931	451 188	384 805	49 235	43 568	1,250 727
7 G. A. MADERO	1,240,367	837 043	388 415	224 411	64 748	100 972	1,625 589
8 IZTACALCO	416,401	225 986	114 137	81 034	17 577	11 072	450 407
9 IZTAPALAPA	1,809,766	1,259 269	533 933	219 161	32 988	108 599	2,153 949
*CENTRAL DE ABASTOS			550 150				550 150
10 M. CONTRERAS	226 138	195 880	34 441	12 308	5 765	2 251	221 646
11 MIGUEL HIDALGO	356 143	212 741	172 665	144 334	38 694	80 639	649 073
12 MILPA ALTA	100,884	59 675	12 642	10 149	4 192	0 930	87 587
13 TLÁHUAC	318 590	211 542	44 164	28 638	10 670	3 401	298 416
14 TLALPAN	599 588	408 482	144 454	76 259	15 470	43 344	688 009
15 V. CARRANZA	466 844	294 658	322 125	167 456	48 330	24 561	857 130
16 XOCHIMILCO	380 879	229 277	92 171	46 384	9 741	4 853	382 426
<b>TOTAL</b>	<b>8,753,004</b>	<b>5,597 223</b>	<b>3,520 671</b>	<b>1,805 090</b>	<b>400 102</b>	<b>518 244</b>	<b>11,841,330</b>
%		47 27	29 73	15 24	3 38	4 38	

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos, Dirección Técnica de Desechos Sólidos, 2003

También se puede apreciar que la DGSU ha considerado a la Central de abastos como un gran sitio generador sin ser una entidad política, ya que la cantidad de residuos que ahí se producen es equivalente a la cantidad de residuos que generan las delegaciones Alvaro Obregón y Benito Juárez, superando a las siguientes delegaciones: Azcapotzalco, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco, Iztacalco y Cuajimalpa.

Figura 2. Generación por delegación



Últimamente el gobierno de la ciudad ha iniciado programas que tienden a mejorar el aspecto urbano de la Ciudad de México, para ello ha rehabilitado espacios recreativos, rescatado áreas culturales, sustituido mobiliario urbano y ha investigado el flujo de los residuos municipales de acuerdo a los sitios donde son generados. Por lo tanto; la tasa de generación unitaria y subclasificación de residuos por fuente de acuerdo a información de la DGSU; son como se indican en la tabla 2, donde puede observarse que el Aeropuerto produce grandes cantidades de residuos especiales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla. -2 Generación Unitaria

Tipo de Fuente de Generación	Subclasificación	Generación unitaria	
Domestica	Hogar	0.616	kg/Persona/Día
Comercial	Establecimientos Comercial		
	- Tiendas de Auto Servicio	637.000	kg/Establecimiento/Día
	- Grandes almacenes	368.000	kg/Establecimiento/Día
	- Plazas Comerciales	6.650	kg/Establecimiento/Día
	Mercaderías		
	- Carnes	4.430	kg/Local/Día
- Frutas y legumbres	7.920	kg/Local/Día	
- Abarrotes	1.025	kg/Local/Día	
- Preparación de alimentos	14.960	kg/Local/Día	
- Varas	0.803	kg/Local/Día	
- Tianguis	575.800	kg/Tianguis/Día	
Servicios	Restaurante y Bares	25.442	kg/Establecimiento/Día
	Centros de espectáculos y recreación		
	- Centros de espectáculos	1.230	kg/Empleado/Día
	- Instalaciones deportivas	2.620	kg/Empleado/Día
	- Centros culturales	0.330	kg/Empleado/Día
	Servicios Públicos		
	- Oficinas	3.460	kg/Establecimiento/Día
	- Reparación y Mantenimiento	1.940	kg/Establecimiento/Día
	- Estaciones de gasolina	53.120	kg/Establecimiento/Día
	Hotels		
	- cinco estrellas	1,016.900	kg/Establecimiento/Día
	- cuatro estrellas	218.500	kg/Establecimiento/Día
- tres estrellas	16.810	kg/Establecimiento/Día	
	Centros Educativos		
	- Preescolar	0.040	kg/estudiante/Día
	- Primarias	0.055	kg/estudiante/Día
	- Capacitación para el trabajo	0.060	kg/estudiante/Día
	- Secundaria	0.065	kg/estudiante/Día
	- técnico	0.060	kg/estudiante/Día
	- Bachillerato	0.060	kg/estudiante/Día
	- Superior	0.070	kg/estudiante/Día
- Oficinas Publicas	0.413	kg/Empleado/Día	
Especiales	Instituciones Medicas		
	- primer nivel	1.279	kg/Consultorio/Día
	- segundo nivel	4.730	kg/cama/Día
	- tercer nivel	5.390	kg/cama/Día
	Laboratorios	6.340	kg/Laboratorio/Día
	Veterinarias	1.700	kg/Empleado/Día
	Terminal de autobuses	2.103.000	kg/Central/Día
	Aeropuerto	28.887.000	kg/Aeropuerto/Día
Otros	Viviendas	125.530	kg/km/Día
	Centros Sociales de Rehabilitación	0.540	kg/Persona/Día
	Areas verdes	0.00993	kg/m <sup>2</sup> /Día
	Objetos voluminosos	28.850	kg/Ton-Residuos sólidos/Día
	Desechos de construcción	20.850	kg/Ton-residuos sólidos/Día

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En el tema de los residuos sólidos generados en el Distrito Federal por los hogares, comercios, prestadores de servicios, giros especiales y otros más, en el periodo 1987-1997 (tabla 3), el volumen generado tuvo una tasa de crecimiento anual de 2%, al pasar de 4.6 millones de toneladas recolectadas a 5.6 millones en 1997. Cuatro delegaciones políticas (Gustavo A. Madero, Ixtapalapa, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza) generan poco más de 49% del total de la basura en el Distrito Federal, en tanto que Milpa Alta genera menos de 1% del total. Por fuentes generadoras, las participaciones son como sigue: hogares 46.2% comercios 29.0%, prestadores de servicios 15.2%, giros especiales 3.2%, tabla 4 y fig. 2 (INEGI, 1999).

Tabla 3  
Recolección de desechos sólidos, 1987 - 1997

(Miles de Toneladas)

CONCEPTO	Recolección por contenedores	Recolección en forma manual y mecánica	Basura recolectada por habitantes <sup>1</sup>
AÑO			
1987	35.7	4,600.0	5,208.9
1988	17.5	4,600.0	5,208.9
1989	18.4	4,300.0	4,869.2
1990	20.5	4,499.4	5,463.3
1991	18.8	4,619.1	5,608.6
1992	28.9	4,894.7	5,943.3
1993	24.5	5,108.3	6,202.6
1994	31.1	5,353.0	6,499.8
1995	30.1	6,130.7	7,444.1
1996	27.5	5,702.1	7,083.9
1997*	28.0	5,607.5	6,808.8

<sup>1</sup> Toneladas por cada diez mil habitantes

\* Cifras estimadas

Fuente: Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. En: Poder Ejecutivo Federal, Tercer Informe de Gobierno, Anexo Estadístico, 1° de septiembre, 1997, Talleres de la Coordinación de Apoyo Gráfico, México, 1997.

**Tabla.4** Generación de residuos sólidos, 1998

Delegación	Porcentaje
Alvaro Obregón	4.99
Azcapotzalco	4.28
Benito Juárez	5.37
Coyoacán	6.84
Cuajimalpa de Morelos	1.18
Cuauhtémoc	10.68
Gustavo A. Madero	13.57
Iztacalco	3.89
Iztapalapa	17.45
Central de Abastos	4.87
Magdalena Contreras, La	1.91
Miguel Hidalgo	5.66
Milpa Alta	0.64
Tláhuac	2.29
Tlalpan	5.97
Venustiano Carranza	7.35
Xochimilco	3.04
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Dirección Técnica de Desechos Sólidos/Dirección General de Servicios Urbanos, 1998.

### 5.3 Situación Actual del Manejo de los Residuos Sólidos

El desarrollo económico y la urbanización del país entre 1940 y 1980 transformo la ciudad de México en una de las más grandes metrópolis del planeta. En la urbe se reflejan las principales peculiaridades económicas, sociales, políticas y culturales, y la más compleja problemática urbanística de la nación.

Para hacer posible este crecimiento físico ha sido necesaria la construcción de un colosal conjunto de obras de infraestructura y servicios urbanos: obras viales, metro, drenaje profundo, sistema eléctrico, abastecimiento de agua, comunicaciones y transportes, sistema educativo, hospitalarios y de aseo urbano, entre otros (Atlas de la Ciudad de México, 1987).

De tal manera que con relación al aseo urbano, es indispensable tomar en cuenta el ciclo de los residuos sólidos (generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final); para poder establecer un buen sistema de manejo de estos.

A continuación se describen las distintas fases del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de México.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **Generación**

Considerando que cualquier material se convierte en residuo una vez que su propietario o productor no lo considera con el valor suficiente para retenerlo, en este momento se inicia el ciclo de los residuos sólidos, los cuales una vez generados son almacenados en recipientes para posteriormente canalizar a su destino final.

## **Almacenamiento**

El almacenamiento apropiado de los residuos, tiene como objetivo principal, preservar de forma higiénica los residuos desde el momento en que se generan, hasta su recolección. Los factores que afectan el almacenamiento en la Ciudad de México, son los siguientes:

- Cantidad de residuos que se generan
- Características de los residuos (humedad, materia orgánica, peso volumétrico, etc)
- Frecuencia y método de recolección
- Equipos y métodos utilizados para el resguardo de los residuos

## **Almacenamiento en casa habitación**

Se ha visto que existe una clara correlación entre el tipo de almacenamiento domiciliario que se utiliza y el nivel socioeconómico del usuario.

De tal manera que en los barrios y colonias populares, los recipientes para el almacenamiento de residuos, difícilmente cumplen con las características sanitarias que demanda, como son su fácil maniobrabilidad, capacidad adecuada, hermético, ligero y fácil de limpiar; de hecho es común observar el uso de costales, canastos, carretillas, cajas y todo tipo de recipientes inadecuados para el almacenamiento de basura.

En cambio, en estratos socioeconómicos con mayor poder adquisitivo, se le da mayor atención al recipiente utilizado para almacenar los residuos; por lo que utilizan recipientes de plástico con tapa, con capacidad adecuada, para almacenar hasta por días los residuos; además que utilizan bolsas plásticas en su interior, para desalojar la basura con mayor comodidad e higiene. Por lo regular, estos recipientes presentan las siguientes características:

- a) Fáciles de limpiar
- b) Con agarradera y tapa ajustada
- c) De rápido vaciado
- d) Ligeros y resistentes
- e) De difícil oxidación o deformación
- f) Con buena imagen (fotos 7 y 8)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



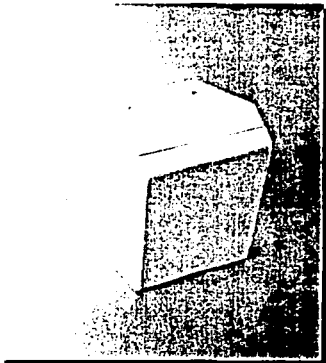


Foto 7 recipiente de plástico

Foto.8 contenedor de rápido vaciado



El depósito de los residuos dentro de los recipientes de almacenamiento, invariablemente se hace de forma manual por los propios generadores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### cenamiento en otras fuentes

En zonas e instalaciones de gran generación, es muy común el empleo de contenedores metálicos o cualquier otro material, de grandes dimensiones, ya sea móviles o estacionarios; como se ilustra en la foto 9. Sus volúmenes varían normalmente de 1 a 3 m<sup>3</sup> de capacidad, aunque existen otros de dimensiones mucho mayores, de hasta 6 m<sup>3</sup>.

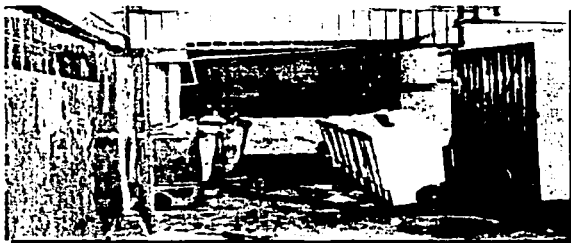


Foto 9 Contenedores de basura en dependencias publicas donde se generan en promedio 300 kg de residuos al día

La utilización de contenedores en lugares de gran generación, como son mercados, hoteles, comercios, industrias y unidades habitacionales, reduce substancialmente los costos operacionales de recolección, ya que los tiempos de maniobra de carga disminuyen notablemente y el vehículo alcanza a efectuar más viajes en un turno normal de labores (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 1998).

### Recolección y Sistemas de Acarreo

La recolección de residuos municipales generados en la ciudad es responsabilidad de las delegaciones respectivas y la mayoría de ellas entrega los residuos a las estaciones de transferencia manejadas por la DGSU (a excepción de los residuos que se llevan directamente al sitio de disposición final o las Plantas de selección (PS) por algunas delegaciones debido a su cercanía.

Los residuos enviados a las estaciones de trasferencia son primero inspeccionados visualmente, después se les da cualquiera de los siguientes destinos:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1. PS.
2. Sitio de disposición final.

Los remolques empleados para el transporte de los residuos son de gran tamaño (70 m<sup>3</sup>) de la estación de transferencia a cualquiera de los dos destinos.

#### a. Método de Recolección

El método de recolección todavía es popular la recolección de esquina (con la campanilla), como lo muestra la foto 10, aunque también existe el intradomiciliario, el de acera, el de puerta por puerta y el de parada fija.



Foto. 10 recolección de esquina en la Delegación Iztacalco

#### b. Vehículos Recolectores

Hasta 1998, el parque vehicular estaba integrado por 2,011 unidades para la recolección de residuos, la mayor parte constituida por vehículos de recolección de caja rectangular (foto12), carga tubular con mecanismos de compactación y carga trasera. También es importante mencionar que de las 2011 unidades, el 50% aproximadamente (1078); presentaban un periodo de obsolescencia de más de 15 años.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Foto 11 vehiculo de volteo



Foto 12 vehiculo recolector de caja rectangular

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Sistema de Transportación

### Estación de Transferencia

Las estaciones de transferencia (foto13), son una parte fundamental de la infraestructura para el sistema de recolección, almacenamiento temporal y transporte de desechos sólidos; en la actualidad existen 13 estaciones de transferencia en la Ciudad de México.

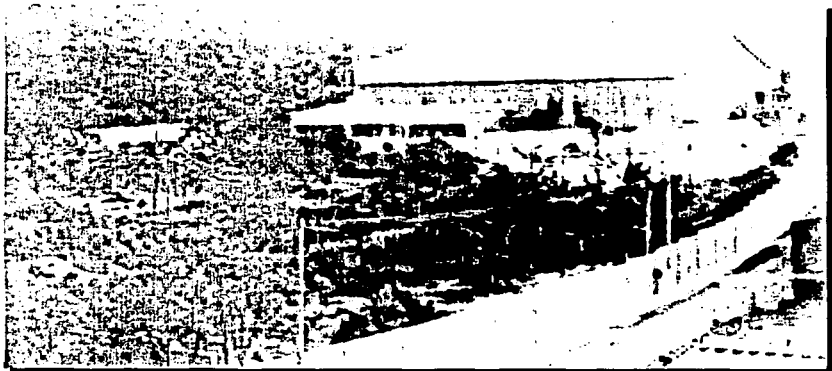
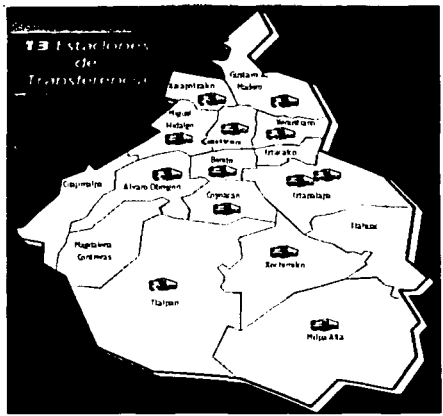


Foto.13 Estación de transferencia en Alvaro Obregón

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Estas 13 estaciones de transferencia, las cuales se ubican en doce delegaciones del Distrito Federal, ver mapa 1; son operadas por la DGSU o por una Delegación, o por ambos. La operación práctica de las estaciones se otorga por medio de contratos al sector privado.

Mapa 1. Delegaciones con Estaciones de transferencia



Sin embargo, ninguna de ellas cuenta con una báscula, por consiguiente las cantidades que entran y salen son calculadas por el número de vehículos registrados y su capacidad nominal (o de los estudios empíricos). No existen a la fecha datos precisos acerca de las cantidades transferidas (cantidades entrantes o salientes).

La Agencia de Cooperación Internacional de Japón, estimó en 1998 que las estaciones de transferencia en la Ciudad de México recibieron 3,123,000 ton/año de residuos; el costo de mantenimiento y operación fue de \$ 411,690,240 millones de pesos al año, para este tipo de instalaciones.

Situación que impacta económicamente en los gastos que debe hacer el gobierno de la Ciudad; para poder atender los problemas relacionados al desalojo de residuos sólidos, a este costo hay que aumentar los costos por el manejo de los

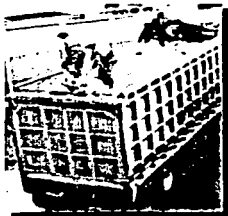
residuos en sus diferentes etapas y cuyo costo total se estima en \$ 625,056,184 millones de pesos al año.

### Transporte

Los residuos sólidos municipales recolectados por las Delegaciones se concentran principalmente en las 13 estaciones de transferencia y son transportadas por trailers (fotos 14 a 17) de gran tamaño (70 m<sup>3</sup>) a sus respectivos destinos. Como excepción se puede mencionar el transporte directo por parte de los vehículos recolectores debido a la cercanía que tienen con el sitio de destino final. Los residuos no aprovechables de las tres P/S, se vuelven a cargar en los trailers que los llevan a los sitios de disposición final. La DGSU coneciona estas tareas a la iniciativa privada.



Foto 14 Colocación de una transferencia para recibir residuos



### Operación en una estación de transferencia



Foto 15 Descarga de residuos a una transferencia

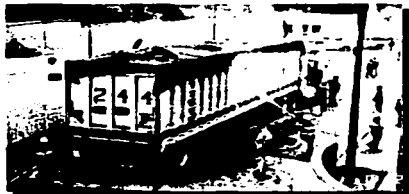


Foto 17 limpieza de una transferencia

Foto 16 colocación de lona a una transferencia  
**Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje**

En cuanto a las instalaciones de procesamiento, tratamiento y reciclaje en la Ciudad de México, se tenía un incinerador y una planta de compostaje en las instalaciones de San Juan de Aragón de la DGSU, pero ya no operan actualmente. Las únicas instalaciones que trabajan son las tres Plantas de Selección en Bordo Poniente, San Juan de Aragón (SJA) y Santa Catarina.

**a. Planta de Selección (P/S)**

Actualmente operan tres P/S para la recuperación de residuos reciclables a partir de residuos municipales. Se muestran los aspectos generales de funcionamiento de estas plantas en la tabla 5. En estos sitios se encuentran instaladas básculas en la P/S Bordo Poniente y en P/S SJA, mientras que la P/S Santa Catarina no está provisto con una bascula. Hecho que limita el tener el control real de residuos sólidos reciclables.

**Tabla. 5**  
 Características y funcionamiento de las plantas de selección

Rasgos Generales de P/S	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina
Año de establecimiento	Julio/1994	Julio/1994	Marzo/1996
Área del sitio	9,500 m <sup>2</sup>	8,000 m <sup>2</sup>	5,600 m <sup>2</sup>
Duración	15 años	15 años	15 años
Sistema de pesaje	Báscula	báscula	Número de vehículos que ingresan
Capacidad	2,000 ton /día	2,000 ton/día	1,500 ton/día
Número de líneas de selección	4 líneas	4 líneas	3 líneas
Capacidad por línea	500 ton/día	500 ton/día	500 ton/día
Horas de trabajo	24horas/3turnos, Lunes a viernes	24horas/3turnos, Lunes a sábado	24horas/3turnos, Lunes a viernes
Número de trabajadores	400 personas (ex-pepenadores de Prados de la Montana)	500 personas (ex-pepenadores de Prados de la Montana)	400 personas
Organización laboral	"Frente Único de Pepenadores A.C."	"Asociación de Seleccionadores de Desechos Sólidos de la Metrópoli, A.C."	"Unión de Pepenadores del DF Rafael Gutiérrez Moreno, A.C."
Número de trabajadores para la selección	42 personas/línea	42 personas/línea	62 personas/línea

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Materiales recuperados	Papel, Cartón, Plástico, vidrio, lámina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones llantas, ropa.	Papel, Cartón, Plástico, vidrio, lámina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones llantas, ropa.	Papel, Cartón, Plástico, vidrio, lámina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones llantas, ropa.
------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los objetivos iniciales para la instalación de estas P/S era la promoción de las actividades de reciclaje, recuperación de residuos, como materia prima (foto 18), además el bienestar social, para mejorar el ambiente de trabajo de los pepenadores convirtiéndolos de trabajadores a cielo abierto a trabajadores en plantas de reciclaje, con ciertas medidas de higiene y seguridad.



Foto. 18 Separación de residuos en la planta de selección San Juan de Aragón

En la Tabla 6, se muestran las tasas de recuperación de cada planta que, van desde un 4.4% hasta un 6.6%. Donde podemos apreciar que Santa Catarina es la más eficiente en la recuperación con una tasa del 6.6%, seguida de Bordo Poniente con 5.3%.

**Tabla. 6**  
Cantidad Recuperada Anual y Proporciones en 1997

	Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Total
Ingreso anual (ton)	609,973.77	700,470.05	455,438.30	1,765,882.12
Recuperación anual (ton)	32,040.05	30,646.21	30,169.24	92,855.50
Tasa de recuperación(%)	5.3	4.4	6.6	5.3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por su parte en la tabla 7 se presentan los costos de operación y mantenimiento para el año 1997, puede observarse que la mayor inversión se realiza en Santa Catarina (1.237 por tonelada de residuo recuperado). Es importante señalar que el costo por tonelada de residuos que ingresa es muy similar para las tres plantas de selección.

**Tabla.- 7**  
Costos de operación y Mantenimiento en 1997

		Bordo Poniente	San Juan de Aragón	Santa Catarina	Promedio
Costo unitario por Reciclaje	Pesos/ recobrada ton	1,061	1,083	1,237	1,126
	Pesos/ ton entrada	50.40	53.69	50.49	51.45

En cuanto al barrido de calles en el DF, la DGSU esta a cargo del barrido de las vialidades principales en las cuales se utilizan barredoras mecánicas y barrido manual principalmente. Cada Delegación esta a cargo de las vías secundarias dónde el barrido es manual.

La limpieza de parques públicos y las áreas verdes están en su mayoría a cargo de las Delegaciones y la DGSU, actividad que se realiza con barrido y limpieza manual.

#### Sistema de Disposición Final

Los sitios de disposición final que existen actualmente para el D.F. son Bordo Poniente Etapa IV (BP IV) y Santa Catarina (SC). BP IV se localiza aproximadamente 4 km norte-este del aeropuerto internacional de la Ciudad de México (foto 19).



Foto. 19 Vista aérea del relleno sanitario Bordo Poniente

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## a. Estructura del Relleno Sanitario

### a.1 Sitio Bordo Poniente Etapa IV (BP IV)

BP IV emplea una impermeabilización de fondo con una membrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1.0 mm de espesor. La membrana es anclada en el borde del camino circundante, tratando de evitar la infiltración de lixiviados al subsuelo como lo muestra la figura 3.

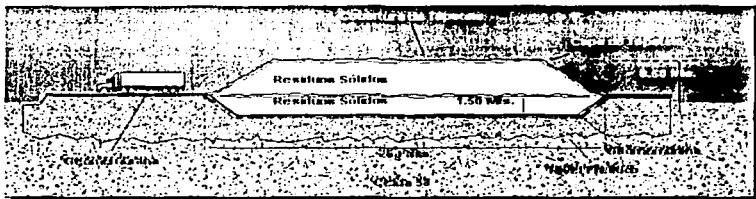


Figura 3. Estructura de una celda de disposición en el relleno sanitario

Aunque se utiliza una membrana en BP IV, no existe un sistema colector de lixiviados. Actualmente los lixiviados gotean de la parte inferior de la pendiente de la celda al camino que lo rodea (foto 20). Esta situación crea un problema de operación hoy y en el futuro las condiciones del camino se deteriorarán, especialmente cuando llueva. Lo que representa una fuente de contaminación de aire y suelos aledaños a los caminos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Foto. 20 Cobertura de los residuos con tepetate en Bordo Poniente

La foto 21; muestra la impermeabilización de una macrocelda en el relleno sanitario de Bordo Poniente.

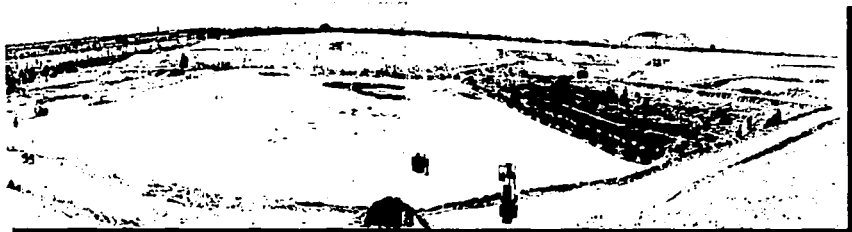
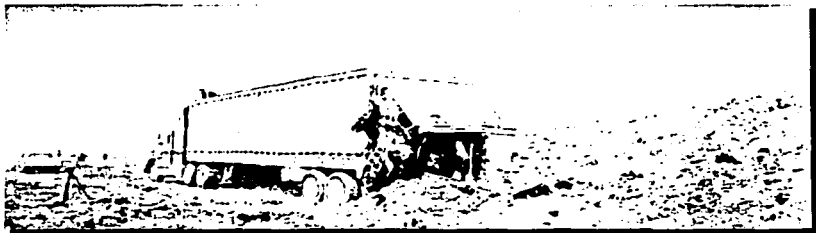


Foto. 21 impermeabilización de una macrocelda en Bordo Poniente

#### Operación en el relleno sanitario

Las fotos 22 y 23 muestran las condiciones en el relleno sanitario; de la descarga de los residuos en la celda y la compactación de los mismos.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Foto. 22 Descarga de residuos en la celda de confinamiento



Foto.23 Compactación de residuos con un tractor de rodillos dentados

#### a.2 Sitio de Santa Catarina (SC)

En un principio SC no utilizaba el recubrimiento impermeable de fondo. A inicios de 1997, cuando se elevó el nivel del relleno para que alcanzara el del camino en el que se localiza la tubería de agua, el relleno de SC se impermeabilizó (foto 24).



En el cuadro 8, se muestran las diferencias en estructura del relleno de BP IV y SC, ninguno de los dos sitios satisface las características que definen a un relleno sanitario, sin embargo Santa Catarina esta por ser clausurado mientras que Bordo Poniente es actualmente muy dinámico, lo cual motiva a proponer la construcción del sistema de recolección de lixiviados y de biogas.

**Tabla -8**  
Estructura del relleno de BP IV y SC

Obras	BP IV	SC
Cubierta impermeable de fondo	Membrana PEADE (1.0 mm grosor)	Cubierta de mortero y membrana PEAD (1.0 mm grosor) únicamente para la pendiente superior
Sistema de recolección de lixiviados	No existe	SI (parcialmente)
Sistema de tratamiento de lixiviados	Lagunas de evaporación	Transporte a la laguna de evaporación de BP
Instalación para eliminación de biogas	No existe	SI
Sello final	No esta planeado	Una capa de tierra vegetal de 20 cm sobre otra capa de 30 cm de tepetate

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **5.4 Legislación Ambiental en Materia de Residuos Sólidos**

### **Constitución**

La Constitución, creada en 1917 y enmendada en 1987, fundamenta las políticas mexicanas en materia ambiental. Establece que el país tiene el derecho a controlar el desarrollo para proteger los recursos naturales. También aprueba que el Gobierno Federal, Estatal y Municipal establezcan sus legislaciones de acuerdo a su jurisdicción, definiendo su competencia con el propósito de protección ambiental, de preservación y restauración del ecosistema por los medios locales apropiados.

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

El principal estatuto ambiental está dado por la Ley del General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Esta ley introdujo varios elementos clave en las políticas ambientales de México incluyendo la evaluación de impacto ambiental. La LGEEPA fue la primera adoptada en 1988 para reemplazar la Ley de Protección al Ambiente (1982) y grandemente enmendada en 1996 a fin de devolver las responsabilidades ambientales a estados y municipios, estableciendo el derecho a tener acceso a la información ambiental y a modernizar las regulaciones ambientales, por ejemplo, introduciendo la tecnología de información y creando inventarios de contaminadores.

La LGEEPA tiende a crear fundamentos para el equilibrio, desarrollo, protección, recuperación, y mejoramiento al ambiente. Para este propósito, requiere la utilización de recursos naturales sin el deterioro ambiental, la armonización del desarrollo económico, actividades sociales y conservación ecológica, control del agua, el aire y contaminación del suelo, y un mecanismo para facilitar la cooperación y coordinación entre los organismos administrativos, sector social, sector privado y del público en general.

Con respecto al Manejo de Residuos Sólidos, LGEEPA propone las bases para esto, presentando las definiciones de residuo y residuos peligrosos como los siguientes:

**Residuo:** cualquier material generado por los procesos de extracción, transformación, proceso, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo en el punto que lo generó.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Residuos Peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

### **Normas Oficiales Mexicanas ( NOM s )**

Las Normas Oficiales Mexicanas son las normas nacionales que tienen el poder entero en México. Cualquier cuerpo estatuido tiene la obligación de asegurar el cumplimiento de las NOMs ya sea de forma individual o por entidades. En el campo ambiental. En México existen 5 NOMs para metodología en laboratorios para monitoreo del aire, 11 para fuentes estacionarias de contaminación de aire, 10 para fuentes móviles de contaminación de aire, 9 para residuos sólidos, 4 para recursos naturales, 4 en ruido, y 3 en agua.

### **NOMs de Residuos**

De las 9 NOMs sobre residuos, una de éstas se refiere a los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, otra, respecto a los residuos de medicamentos, y otra a residuos peligrosos.

La NOM-083-ECOL-1996 establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados para la disposición de residuos sólidos municipales. Incluye los siguientes aspectos:

- Aspectos Generales, como la distancia de las instalaciones públicas y áreas pobladas,
- Hidrología
- Geología
- Hidrogeología

También describe el estudio de los procedimientos para cada uno de los aspectos antes mencionados.

El proyecto de norma oficial mexicana NOM-084-ECOL-1994. Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias; y que fue publicada en el diario oficial de la federación el 22 de junio de 1994. Es el segmento normativo que en conjunto con la NOM-083-ECOL-1996, crean las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de un relleno sanitario. Sin embargo los sitios de disposición final de la ciudad de México; no cumplen las características que se señalan en la normatividad, sin importar que una de estas no este aprobada (NOM-084); ya que es una obligación moral y ecológica de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



las autoridades el cumplimiento de todos aquellos lineamientos que eviten cualquier daño ecológico.

La NOM-087-ECOL-1995 regula los requerimientos para la separación, empaque, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos biológico-infecciosos y peligrosos generados en las instituciones médicas. A pesar que SEMARNAT tiene la última responsabilidad de supervisar el cumplimiento de esta norma, se le debe prestar atención a esta cuando en las instalaciones de residuos municipales acepten residuos médicos tratados.

Las anteriores normas están encaminadas a proteger la contaminación del suelo, en atención a lo que señala la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente en su capítulo IV, el cual considera en sus artículos 134, 135, 137 y 138, la necesidad de operar de forma adecuada los sitios y sistemas de disposición final, y para ello también prevé que las autoridades locales deberán vigilar el tipo de residuos que autoricen para la disposición final en el relleno sanitario evitando la contaminación del suelo. Es por ello que no existen normas específicas para la protección del suelo por el manejo de residuos sólidos.

Por lo tanto, las autoridades federales y las autoridades locales en materia ecológica serán las responsables de la vigilancia, asesoría y supervisión del buen funcionamiento de los sitios de disposición final, cosa que no ocurre en la práctica.

Cabe señalar que previo al surgimiento de las normas oficiales mexicanas; que hoy conocemos en materia de residuos existían las Normas Técnicas Ecológicas, que también tienen el mismo carácter oficial pero que están encaminadas a procedimientos para conocer los residuos como son: nomenclatura, tipo de residuos y como llevar a cabo el muestreo de estos residuos para su análisis; y las cuales se mencionan a continuación:

- a) NOM-AA-15-1985, Muestreo - método de cuarteo
- b) NOM-AA-19-1985, Peso volumétrico "in situ"
- c) NOM-AA-22-1985, Selección y cuantificación de subproductos
- d) NOM-AA-52-1985, Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis
- e) NOM-AA-61-1985, Determinación de la generación
- f) NOM-AA-91-1987, Terminología

#### **NOMs on Agua**

Anteriormente existían 44 NOMs para el control del agua y que se basaban en emisiones sectoriales y límites de descarga que aplicaban en todo el país sin especificar las condiciones locales. Recientemente, se integraron y redujeron a tan solo tres, como resultado de la asimilación de las capacidades y entendimiento de los medios receptores ambientales, así como el reconocimiento del uso del agua propuesto. La descarga de aguas en cuerpos de agua que son usados con fines potables debe cumplir con normas muy estrictas; mientras que para descargar de aguas en cuerpos acuáticos con uso industrial, pueden aplicarse estándares menos

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

estrictos. Por consiguiente, la NOM-001-ECOL-1996 establece los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes de acuerdo a las características del cuerpo de agua receptor. La NOM-002-ECOL-1996 establece los límites Máximos permisibles de concentración de los contaminantes en la descarga de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano municipal, mientras NOM-003-ECOL-1997 fija los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes en las aguas residuales tratadas que se rehúsan en los servicios públicos.

### **NOMs para el Aire**

Con referencia a la contaminación del aire, la cual puede ser causada por el manejo de los residuos sólidos, se deben notar dos cosas. Primero que no hay NOMs que especifiquen la calidad satisfactoria del aire en todo el país. Todas las NOMs acerca de la contaminación del aire por fuentes estacionarias limitan sólo la concentración de contaminantes emitidos " al final de los conductos ". Segundo, las fuentes de contaminación de aire a las cuales se están enfocando más las NOMs son en su mayoría industrias, como plantas de cemento y las refinerías de petróleo. Las excepciones son dos normas de procesos de combustión que son aplicables a incineradores de residuos. Por consiguiente, ninguna de las NOMs puede ser usada para controlar el manejo de los residuos sólidos, tales como en sitios de disposición final y plantas de composta.

### **Regulaciones**

La LGEEPA se complementa con varias regulaciones en asuntos como los siguientes:

- Prevención de la contaminación del agua
- Prevención de la contaminación de mares
- Prevención de la contaminación por Ruido
- Evaluación de Impacto ambiental
- Residuos peligrosos
- Prevención y control de la Contaminación generada por vehículos que circulan en la Zona Metropolitana y los Municipios de la zona conurbada
- Prevención de la contaminación del aire
- Transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
- Parques Nacionales

Como se puede apreciar los residuos generados en casa habitación o industrias no son regulados por niveles federales y si deberán atender lo que formula la nueva Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, aunque la NOM-083-ECOL-1996 marca los estándares nacionales para los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales que se deben cumplir en todo el país.

### **Pago de los Servicios Públicos en el DF**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los principales servicios públicos proporcionados por el Gobierno del Distrito Federal es el suministro y distribución de agua, drenaje, recolección de residuos sólidos, vialidades, barrido y conservación de parques, y áreas públicas. Las entidades, dentro del DF que tiene el deber legal, técnico y administrativo para proporcionar estos servicios son las Delegaciones Políticas. Acerca de la limpieza de la red primaria y recolección de residuos es obligación de las Delegaciones, sin embargo, éstos es compartido con la Dirección General de Servicios Urbanos.

La población paga en general oficialmente por el abastecimiento de agua, la limpieza urbana en la Ciudad de México se proporciona gratuitamente.

Sin embargo, ese servicio no es totalmente libre de pago desde una perspectiva legal como menciona el Código Financiero del Distrito Federal. Los derechos correspondientes para el servicio de recolección y recepción de residuos sólidos por el Distrito Federal deben ser pagados por establecimientos mercantiles, industriales y similares, así como las entidades federales y locales de acuerdo con las tarifas establecidas en el artículo 254.

Sin embargo, el servicio de recolección queda exenta de pago si la generación desechada no excede los 200 kg/día (Reglamento de Limpia del DF, 1989).

#### Organizaciones Responsables del Manejo de los Desechos Sólidos

En la Ciudad de México la **Secretaría de Obras y Servicios** es la responsable del manejo de los desechos sólidos no peligrosos; tal y como lo establece la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal y la Ley de Residuos Sólidos. Basándose en la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente que en su artículo 8 menciona que corresponde a los municipios el manejo y control de los residuos que no estén considerados como peligrosos; a continuación se presentan los organismos involucrados en la tabla 9.

**Tabla 9. Competencia para el manejo de los desechos sólidos en el DF**

COMPETENCIAS	NORMALIZA	REGULA	AUTORIZA	OPERACIÓN	SUPERVISA
ACTIVIDADES BARRIDO Y LIMPIEZA	SMA DGSU	SMA DGSU	DELEG. DGSU	DELEG. DGSU	SMA
RECOLECCIÓN	SMA DGSU	SMA DGSU	DELEG. DGSU	DELEG. DGSU	SMA
TRANSFERENCIA	SMA DGSU	SMA DGSU	DGSU	DGSU	SMA
TRATAMIENTO	SMA DGSU	SMA DGSU	DGSU	DGSU	SMA
DISPOSICIÓN FINAL	INE	SMA DGSU	SMA DGSU SEMARNAT	DGSU	SMA PROFEPA

SMA  
Secretaría de Medioambiental del GDF  
SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5.5 Impactos por el manejo de residuos municipales .

Podríamos ser conocidos como la generación  
Que colocó a un hombre en la Luna, mientras  
nos encontrábamos de pie hundidos con  
la basura hasta los tobillos.  
Ralph Locher

Los principales efectos ambientales en el manejo de residuos están asociados con la disposición final de los mismos, ya que es el inadecuado retorno al ambiente de estos materiales lo que provoca impactos adversos en los elementos ambientales (Dirección Técnica de Desechos Sólidos, 1994). Sin embargo durante las demás etapas del manejo de residuos también existen diversos impactos que a continuación se presentan.

### Generación

La generación de residuos tiene efectos directos sobre la disposición final y en consecuencia sobre el ambiente. Aunque, aparentemente, la sociedad tiene una baja contribución (10 por ciento) en la generación de residuos sólidos, indirectamente comparte la responsabilidad con las industrias a través de sus hábitos de consumo limitados únicamente por la capacidad económica de los individuos, sin pensar en función de: primero, el costo energético y ambiental de producir un determinado bien; y, segundo, el costo energético y ambiental de hacer una disposición anticipada, inadecuada o ineficiente de los residuos sólidos.

### Almacenamiento

Un almacenamiento insuficiente o inadecuado genera impactos en el ambiente y en la salud pública. Si es insuficiente los residuos se desbordan de sus contenedores, lo cual provoca la generación de fauna nociva, gérmenes patógenos y en ocasiones el bloqueo de alcantarillas, lo que da como resultado la necesidad de retirar los residuos con mayor frecuencia que lo considerado en el servicio de recolección y por lo tanto se promueve la disposición inadecuada a cielo abierto en cualquier espacio factible. El almacenamiento inadecuado afecta la imagen urbana, ya que se hace constante la presencia de residuos en las calles, avenidas y en general en la mayoría de los lugares públicos de la ciudad creándose condiciones semejantes al promover el desarrollo de fauna nociva y posiblemente patógenos y el

TESIS CON  
FALLA DE CARGEN

desprendimiento de malos olores con la consecuente necesidad de alejamiento y una disposición inadecuada (Granados et al,1989).

### **Recolección y transporte**

La recolección deficiente tanto en frecuencia como en infraestructura provoca impactos ambientales. La falta de recolección oportuna obliga a la población a desalojar los residuos y disponerlos inadecuadamente, especialmente cuando el contenido de material degradable es alto.

La infraestructura deficiente puede provocar disminución en la capacidad de recolección en la frecuencia; generando la dispersión de los residuos y lixiviados.

Otro punto a destacar en esta fase es la contaminación atmosférica que generan los vehículos de recolección y transporte, debido a las condiciones de obsolescencia y falta de mantenimiento de las unidades.

### **Transferencia**

El transbordo de residuos sólidos de los vehículos de recolección a unidades de transferencia de mayor capacidad puede ocasionar dispersión de residuos líquidos, malos olores, fauna nociva y organismos patógenos que tienen efectos negativos en la salud pública, si no se cuenta con infraestructura adecuada para su control: las estaciones de transferencia pueden provocar efectos ambientales indirectos como es la generación de ruido, vibraciones, incremento en el tránsito de vehículos en la zona y de algunas actividades demandadas por los operarios de la propia estación (entrada y salida del personal, horarios de comida, entre otros) y de los vehículos de recolección y transporte (Dirección Técnica de Desechos Sólidos,1998).

### **Disposición final**

Como ya se mencionó, la disposición final es la acción con mayores efectos ambientales, aún bajo condiciones controladas. Debido a múltiples factores que influyen en la selección o el adecuado funcionamiento de un sitio para que sea eficaz su utilización, como son: relieve, clima, hidrología, geohidrología, condiciones geológicas y mecánicas del terreno, permeabilidad, así como la cercanía con centros de población (MOPU,1982). Lo cual es considerado por la NOM 083.

La elevada concentración de materiales de desechos en sitios específicos trae consigo los consecuentes impactos:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Deterioro del paisaje
- Emisión de partículas y gases
- Malos olores

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- Lugares con alta potencialidad de flamabilidad (incendios)

La deficiente operación de los sitios provoca:

- Generación de fauna nociva
- Dispersión de residuos por efectos del viento
- Migración de contaminantes al aire, suelo, agua y emisiones descontroladas de biogás

La generación de lixiviados y biogás son considerados como los agentes contaminantes de mayor impacto que puede producir un relleno sanitario (Murillo, 1992).

El lixiviado se genera a consecuencia del flujo de agua a través de las capas de residuos sólidos, arrastrando a su paso elementos disueltos, en suspensión, fijos o volátiles. Esto da al lixiviado un alto potencial contaminante y que los convierte en agentes sumamente agresivos para el ambiente, debido a las altas cargas orgánicas e inorgánicas.

Las características químicas del lixiviado dependerán de la composición y origen de los residuos y de las condiciones dentro el relleno (temperatura, humedad, grado de descomposición, profundidad, entre otros). Por lo regular, el lixiviado comienza a formarse por el arrastre de partículas orgánicas durante la fase de descomposición anaerobia; inclusive el agua llega a reaccionar con los gases producto de la descomposición de los residuos ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ ), convirtiéndola en un agente de alta capacidad de disolución, por ejemplo el ácido carbónico es capaz de disolver minerales que constituyen a los residuos sólidos.

Los elementos contaminantes que constituyen al lixiviado representan un peligro para el ambiente, por lo que es indispensable tener cuidado en la selección del sitio y en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario, con el fin de prevenir principalmente la contaminación del agua. Por lo que antes de iniciar la construcción de un relleno sanitario es indispensable observar las disposiciones de la NOM 083 y el anteproyecto de NOM 084.

Un lixiviado con alto valor de DBO y con metales tóxicos solubles, propiciara el agotamiento de oxígeno en los cuerpos de agua, de tal manera que ocasionara la muerte de especies de organismos que dependen del oxígeno, así como el mal olor. El incremento en las concentraciones de nitrógeno, metales, materia orgánica, así como una reducción en el pH, incrementa la toxicidad del agua, convirtiéndola en inservible para el consumo humano y la agricultura. La acumulación de sustancias tóxicas provoca una movilidad en la cadena alimenticia.

En los niveles de nitrógeno y fósforo, provoca un proceso de eutroficación acelerada en los cuerpos de agua superficial; es decir, el incremento en la concentración de estos elementos dará lugar al rápido crecimiento de la población de

microorganismos, ya que el nitrógeno y el fósforo son nutrimentos para estos. Algunos compuestos como los orgánicos clorados son químicamente estables de lenta movilidad, por lo que una vez que han contaminado las aguas subterráneas, es prácticamente imposible depurarlas por la vía natural y en consecuencia su purificación resulta costosa y muy difícil.

En el caso de México, los parámetros más comunes por determinar con relación a los lixiviados, son los que a continuación se muestran en la tabla 10.

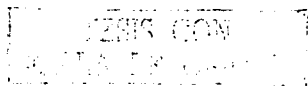
**Tabla.10 Análisis recomendados  
para el monitoreo de lixiviados (SEDUE, 1984, p139)**

1.Materia orgánica	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) Demanda química de oxígeno (DQO)
2.Parámetros físicos	Conductancia específica Turbiedad
3.Parámetros químicos	Potencial de hidrogeno(pH) Alcalinidad total como CaCO <sub>3</sub> Cianuros (CN) Cloruros (Cl) Dureza total como CaCO <sub>3</sub> Fosfatos totales como P-PO <sub>4</sub> Nitrógeno orgánico como N-Org Nitrógeno amoniacal como N-NH <sub>4</sub> Sulfatos (SO <sub>4</sub> )
3.1.Cationes	Arsénico (As) Cadmio (Cd) Calcio (Ca) Cobro (Cu) Cromo total (Cr) Hierro total (Fe) Magnesio (Mg) Mercurio total (Hg) Níquel (Ni) Potasio (K) Plomo (Pb) Sodio (Na) Zinc (Zn)
4.Organismos indicadores Bacteriológicos	Bacterias coliformes totales en NMP/100 ml Bacterias coliformes fecales en NMP/100ml

Otros efectos que han sido detectados en aguas superficiales y subterráneas; por la presencia de lixiviados son mostrados por las tablas 11 y 12.

**Tabla 11. Efectos del lixiviado en aguas superficiales**

Parámetro	Efecto	Problemas asociados
-----------	--------	---------------------



DBO	Agotamiento del oxígeno	Decoloración, problemas de olor y sabor
hierro	Tinte color óxido	Decoloración, lama en el fondo del cauce, problemas de olor y sabor
Reducción de pH	Incrementa la toxicidad	Problemas potenciales en el uso domestico riego y almacenamiento
nitrógeno	Toxicidad	Problemas en el uso domestico, riego y almacenamiento
metales	Toxicidad	Problemas para el uso domestico, riego y almacenamiento
Orgánicos	Idem	Idem
Incremento del pH	Precipitación de metales	Taponamiento del fondo del cauce, toxicidad a largo plazo
Calcio y magnesio	Incremento de la dureza	Interfiere en el uso domestico
fósforo	Crecimiento de algas	Interfiere en el uso domestico
color	decoloración	Reducción de fotosíntesis y agotamiento de oxígeno

**Tabla 12. Efectos del lixiviado en aguas subterráneas**

Parámetro	Efecto	Problemas asociados
DBO	Agotamiento de oxígeno	Decoloración, problemas de olor y sabor
hierro	Coloración	Mancha la ropa y accesorios, produce mal olor y sabor
Reducción de pH	Incremento de la toxicidad	Posibles problemas para el uso domestico, riego y almacenamiento
nitrógeno	toxicidad	Problemas para el uso domestico, riego y almacenamiento
metales	toxicidad	Problemas para el uso domestico, riego y almacenamiento
orgánicos	Idem	Idem
Incremento en el pH	Precipitación de metales	Posible taponamiento de



Sólidos totales	Atenuación y crecimiento	acuíferos
fluoruros	Altos niveles de flúor	Taponamiento de acuíferos, desorción tardía
selenio	toxicidad	Manchas en los dientes
color	decoloración	Posible toxicidad para el ser humano
		Estéticamente

No obstante lo anterior Lopéz Nieto; en su trabajo cita que el relleno sanitario Bordo Poniente no tiene efectos tan drásticos causados por los lixiviados, debido a que el sitio tiene de forma natural barreras como son: arcillas con alto contenido de humedad y sales, así como ciertos efectos hidráulicos que se presenta en el sitio y por lo tanto el arrastre de contaminantes es lento hacia los mantos acuíferos, tal como lo demuestra la tabla 13; que desarrollo, a través de un análisis de estabilidad del sitio utilizando como parámetros: la capacidad de carga, asentamiento y análisis de filtración en el subsuelo.

Tabla 13. Tiempo máximo de arribo al acuífero de algunos contaminantes al igualar la concentración máxima permitida por la Norma Oficial Mexicana

contaminante	Concentración Límite (mg/l) Norma Mexicana	Concentración Bordo Poniente (mg/l)	Tiempo de Arribo (años)
arsénico	0.05	0.006	Bajo norma
cadmio	0.005	0.032	1000
cloruros	0.2-1.0	3784	166-316
cobre	1.5	0.225	Bajo norma
chromo	0.05	1.354	684
hierro	0.3	22.23	550
manganeso	0.15	0.337	1000
mercurio	0.001	0.259	432
sulfatos	250	210	Bajo norma
plomo	0.05	0.747	725
zinc	5.0	3.657	Bajo norma

Los resultados anteriores muestran el tiempo necesario para que algunos contaminantes arriben al acuífero con una concentración igual a la especificada por la Norma Oficial Mexicana de agua potable y de ellos se destaca que contaminantes como: arsénico, cobre, sulfatos y zinc, se encuentran por debajo de la norma; mientras que elementos no reactivos como los cloruros necesitan alrededor de 166 a 316 años para igualar la concentración permitida. El hierro tardaría 550 años para alcanzar el valor de la norma; y los metales pesados como Cd y Mn en 1000 años contaminarían

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

el acuífero con concentraciones máximas de 0.004 y 0.045 mg/l, respectivamente, valores que están muy por debajo de normatividad. Otros metales pesados como cromo, mercurio y plomo alcanzarían la concentración límite en un periodo de tiempo de 432 a 725 años.

## VI. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

**"Responsabilidad de las autoridades  
es recolectar el desecho; y responsabilidad del ciudadano  
es no producirlo"**  
Rodolfo Trejo Vázquez.

Como hemos visto el manejo de residuos sólidos en la Ciudad de México tiene sus antecedentes en épocas prehispánicas, de tal manera que el manejo de los residuos no es una situación nueva de lo que han venido haciendo las autoridades locales para controlar el destino final de los residuos. Sin embargo para estos momentos la Ciudad de México atraviesa una crisis entorno al poco tiempo que tiene el relleno sanitario para seguir depositando los residuos que son generados por la ciudad.

Y es que 12,000 toneladas diarias de basura requieren de estrategias de manejo, sistemas alternativos de disposición final contrario a lo que vienen practicando las autoridades capitalinas, donde solo el relleno sanitario es la única alternativa de disposición final, dando como consecuencia el uso de grandes extensiones de suelo (aproximadamente 998 hectáreas de suelo, terreno que ocupa el relleno sanitario Bordo Poniente, hoy en día) y la baja utilidad del mismo en poco tiempo, ya que tienen que transcurrir aproximadamente 20 años para que ese espacio se utilice en áreas verdes o centros recreativos. Aquello que en apariencia resuelve una situación resulta más complicada y costosa para los habitantes de la ciudad, no hay que olvidar que durante el tiempo que dure la estabilización del relleno sanitario es responsabilidad del municipio su vigilancia, mantenimiento, monitoreo, implementación de sistemas de venteo de gases, impermeabilización y reforestación del sitio con especies vegetales resistentes a ese tipo de suelo, situaciones que nunca son evaluadas por las autoridades, aunando a esto los posibles daños ambientales que se originen en las diferentes etapas de operación del relleno sanitario, costos que no ve la población pero que si son pagados por ellos.

Con respecto a la generación, es necesario integrar un marco normativo a través del cual se establezcan responsabilidades de los generadores de residuos (centros comerciales, industrias, centros de servicios, entre otros); así como el papel de las autoridades en el manejo de los residuos, tal como se viene planteando en la nueva Ley de residuos sólidos, la cual tendrá vigencia el próximo año (2004). Sin embargo se dejan a un lado los principales temas como se limitara la generación de residuos y que rol jugara la autoridad local; no basta con el castigo de aquel que sea

sorprendido arrojando residuos o que la población separe los residuos en casa y de esta forma se solucione el problema, se requieren campañas de capacitación en todos los ámbitos y una planificación bien estructurada; donde las autoridades estén preparadas técnica y operativamente a los distintos problemas que se presenten como: la falta de vehículos recolectores, la falta de presupuesto en las delegaciones, desconocimiento de la población del programa integral de residuos sólidos, centros de acopio suficientes, falta de personal para la supervisión de programas, sitios de disposición final adecuados, problemas sindicales, entre otros.

Los sistemas de recolección no tienen costo alguno a la población, sólo aquella propina que es proporcionada por el generador al personal que recolecta los residuos, dinero que no ingresa a la tesorería del Distrito Federal y por lo tanto afecta las condiciones de los vehículos, material de trabajo del personal de limpieza, equipo de seguridad, entre otros y esto por que los recursos no son suficientes en las delegaciones políticas para el rubro de limpieza. Solo hace pocos años fue actualizado el parque vehicular, ya que algunas unidades contaban con más de 20 años de antigüedad, de tal manera que debe analizarse la privatización del servicio de limpieza y con ello mejorar el servicio, así como la imagen urbana de la ciudad.

Otro aspecto; que se detectó es la escasa información desplegada por las autoridades para que la población genere pocos residuos, situación que propicia escaso interés en el tema de los residuos sólidos, ya que el problema ambiental de mayor prioridad en la ciudad es el de la contaminación atmosférica; de tal manera que eclipsa a los residuos sólidos y la necesidad de reducir la generación de ellos, ya que el gobierno siempre ha asumido el control de los residuos y en pocos años la ciudad se verá inundada en estos.

Conciencia que debe ser transmitida a los ciudadanos en todos sus niveles con campañas de sensibilización sobre manejo de residuos, ya que la generación de residuos se ve incrementada por: ignorancia, malos hábitos, irresponsabilidad y pereza de la población; así como la escasa apertura que tienen las autoridades, sobre el manejo de los residuos, actitud que crea en la población indiferencia a estos temas.

Esto se traduce en la escasa participación de la iniciativa privada y las entidades educativas de nivel superior para elaborar de forma conjunta proyectos de investigación o crear propuestas para solucionar la problemática. Hasta el momento la Universidad o Instituto Politécnico no han elaborado plan alguno encaminado a la reducción o tratamiento de los residuos sólidos en la Ciudad de México.

Existe asesoría de países como Japón, para mejorar el sistema de disposición final de residuos en el relleno sanitario, ya que este país cuenta con más de 20 años de experiencia en el manejo de residuos sólidos.

Los residuos peligrosos, representan un peligro ambiental muy serio en los sitios de disposición final, ya que se estima que alrededor de 36.3 toneladas al día son generados en nuestros domicilios (aceites, limpiadores, medicamentos, pilas,

pinturas, solventes, entre otros), de los cuales no hay un control en su generación y la población desconoce el peligro que representan. Como hemos visto el relleno sanitario no cuenta con un sistema de captación de lixiviados, de tal manera que todas aquellas sustancias químicas, biológicas o infecciosas que son depositadas en el relleno sanitario son emitidas a la atmósfera, suelo y subsuelo; y en consecuencia se contaminan parcialmente las diferentes capas de suelo y mantos acuíferos.

Debido a que la extensión en terreno en Bordo Poniente es demasiado grande (600 hectáreas) y existe un desbordamiento en las orillas de las celdas de lixiviados, es necesario coleccionar eficientemente los lixiviados.

## **PROPUESTAS**

Uno de los principales aspectos que deben ser tomados en cuenta en el manejo de los residuos sólidos por las autoridades es la búsqueda de alternativas para lograr su: reducción, reutilización y reciclaje.

Por lo que; las autoridades deben poner en marcha el programa de separación de residuos en el sitio que se generan, incentivar a las empresas que generen menos residuos, crear centros de acopio de residuos reciclables y apoyar aquellos almacenes o tiendas departamentales que adopten medidas en la disminución del uso de bolsas de polietileno.

Actividades que deben ser promocionadas de forma decisiva por las autoridades, con el apoyo de campañas informativas, carteles, folletos, normas o reglamentos e implementar materias de educación ambiental en las escuelas.

Los altos costos que representa el manejo de los residuos sólidos deben ser compartidos con la población, ya que en 1996 el costo de operación y mantenimiento en la planta de selección de Bordo Poniente fue de 35.6 pesos por tonelada de residuo, de tal manera que es necesario establecer un esquema de tarifas que no sean onerosas y que mejoren los servicios de limpieza urbana con la captación de estos ingresos. Debido a que países como el Salvador, Turquía, Japón y Colombia hacen un cobro a la población por el servicio de limpieza, esto contribuye a la reducción de residuos y a crear conciencia en la población del impacto de los mismos.

También se hace indispensable, que las estaciones de transferencia incluyan plantas de selección de productos reciclables y de esta forma aumentar el porcentaje de recuperación, por lo menos a un 10%.

Los servicios de recolección deben ser mejorados una vez que se establezca la separación de residuos; es decir no se requieren vehículos con compartimentos especiales para los diferentes tipos de residuos, ya que esto representaría un gasto

adicional a las autoridades solo se requiere de la optimización de los recursos, esto podría ser suplido con una calendarización de los días de recolección; por ejemplo lunes, miércoles y viernes realizar recolección de residuos orgánicos y martes, jueves y sábado de residuos inorgánicos, detallar la clasificación de residuos no es conveniente sino se tiene la infraestructura necesaria. Previo a este sistema las autoridades deben divulgar la forma de operar.

Actualmente los métodos de disposición final en el mundo considerados como básicos son tres: elaboración de composta, incineración y confinamiento en relleno sanitario. La Ciudad de México utiliza para disponer sus residuos como ya se menciono el relleno sanitario y escasamente la elaboración de composta y el reciclaje.

Por lo tanto, se recomienda que la incineración bajo un estricto control de emisiones sea contemplada como un sistema alternativo; ya que es un sistema eficaz, sin dejar a un lado los impactos que este método pudiese ocasionar, ya que dentro de las ventajas con que cuenta es la reducción del volumen de los residuos en un 90%; y esto prolongaría la vida útil del relleno sanitario ambos sistemas serían complementarios.

Otro aspecto que se detecto es que el relleno sanitario Bordo Poniente no cuenta con sistemas de tratamiento de lixiviados, es necesario atender lo que señala el proyecto de norma NOM-084-ECOL-1994, que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias, ya que existe el derrame de lixiviado a las orillas de las celdas y para mejorar este sistema se sugiere que la DGSU continúe con el sistema de mejoramiento de las condiciones anaeróbicas de los residuos del relleno mediante la recirculación del lixiviado, método implementado por especialistas japoneses y que recibe el nombre de Método Fukuoka, el mismo tiene las siguientes ventajas: estabilización del relleno sanitario en menos tiempo, mejora de la calidad de lixiviado producido, generación de dióxido de carbono y además que esta técnica es sencilla y económica.

Sin embargo, por la zona en la que se ubica el relleno sanitario la instalación de una planta de tratamiento y un sistema de recolección de lixiviados son requisito indispensable para un buen funcionamiento del sitio.

Con relación a lo anterior; se debe tomar muy en cuenta la experiencia japonesa en la estabilización y control de los rellenos sanitarios, a través del sistema semi-aerobico, el cual puede ser utilizado en cualquier parte de la república y además es compatible con la normatividad en rellenos sanitarios, ya que el fin es estabilizar de forma rápida y segura un relleno sanitario.

Impulsar la elaboración de composta de la planta de Bordo poniente mejorando su calidad controlando las impurezas de vidrio, plástico, metal entre otros; no con fines lucrativos como primer instancia, sino para cubrir las necesidades que tiene la propia DGSU en el mantenimiento de parques y jardines en la ciudad o para ser utilizada en la misma cobertura final del relleno sanitario, debido a que en la ciudad la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

generación en promedio de residuos de jardinería y alimentos se estima en un 43%, los cuales pueden ser aprovechados.

También es necesario contar con sistemas eficientes que garanticen los menores impactos en la población que opera el relleno sanitario, tomando en cuenta que en 1995 las enfermedades reportadas por los pepenadores en consultas externas fueron: infecciones respiratorias(36.1%) y enfermedades diarreicas(12.4%) el restante esta compuesto de micosis, infecciones en vías urinarias, parasitosis, tuberculosis y trastornos genito-urinarios, lo cual nos da una idea del ambiente de insalubridad en que viven los pepenadores. Las barreras de amortiguamiento que se utilicen en el relleno sanitario sean efectivas para evitar la emisión de partículas suspendidas y con ello la contaminación atmosférica a la población aledaña.

En cuanto a la normatividad; esta resulta insuficiente para el manejo de los residuos sólidos ya que no-solo debe contemplarse el destino final y la clasificación de residuos, también debe estar contemplada la generación, autorizaciones de disposición final a empresas recolectoras, implementación de impuestos fiscales en la producción de residuos contaminantes, normas para embalajes, generación de polvos en sitios de disposición final o plantas de tratamiento de residuos, normas para el uso de sistemas de incineración de residuos ya que esto permitirá a la ciudad tener un crecimiento de forma ordenada sin tener que afectar el ambiente ni su entorno con la ayuda de los ciudadanos.

Algunos de estos aspectos coinciden; con la nueva Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, la cual acaba de ser emitida en abril de este año (2003) y publicada en la gaceta oficial del Distrito Federal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## VII. LITERATURA CITADA

1. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA); 1998. Estudio Sobre El Manejo de los Residuos Sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos; (informe intermedio); México. Capítulo IV.
2. Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C.(AMCRESPAC); 1993. Bosquejo Histórico de los Residuos Sólidos de la Ciudad de México. pag. 3 - 32.
3. Atlas de la Ciudad de México. 1987; Departamento del Distrito Federal (DDF); México. pag. 19 - 22.
4. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; (1987). México.
5. Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental (CONSERVA),1998.Caracterización regional de las áreas rurales de la Ciudad de México; Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal; Vol 3. México, pag. 9.
6. Dirección Técnica de Desechos Sólidos; 1994. Líneas de acción de la Dirección General de Servicios Urbanos. Estudio interno. DGSU; DDF; México, pag. 6 -10.
7. Dirección Técnica de Desechos Sólidos (DTDS); 1998. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos. Estudio interno. DGSU; DDF; México, pag. 158 - 161.
8. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU); 1982. Gestión de Residuos Sólidos; Madrid; España. pag. 16.
9. Gaceta Oficial del Distrito Federal, (31 de diciembre de 2002).Tarifas para residuos sólidos artículo 254; México.
10. Granados R. B. y Juárez S. P.; 1989. Estudio Técnico Para la Disposición Final de la Basura en el D.F.; Tesis Profesional; Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química; México, D.F., pag. 33 - 40.
11. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1999. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y la Zona Metropolitana; México, D.F., pag. 166 - 173.
12. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1997. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales; México.
13. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, (22 de abril de 2003),Gaceta Oficial del Distrito Federal, México.
14. Reglamento para el Servicio de Limpia de la Ciudad de México. 1989, México.
15. Sánchez G. J.; 2001. Curso de Legislación Sobre Residuos Sólidos Municipales; Instituto Politécnico Nacional; Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas; México, D.F.
16. Tadaya Y.; 2002. Mejoramiento del Manejo de Relleno Sanitario en la Ciudad de México; Monitoreo de hundimiento de tierra y manejo de lixiviado; Estudio Interno elaborado para la DGSU, DDF; México, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

17. Murillo F. R.; 1992. Factores Físicos de los Rellenos Sanitarios; VIII Congreso Nacional 1992, Acciones para un México Limpio, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C.; Cocoyoc, Mor. México.
18. Sánchez G. J. y Vázquez C. A.; 1994. Propuesta para el Control de Residuos Peligrosos Generados en Minimas Cantidades por Fuentes no Industriales; tomo I, vol. 5, marzo-abril 1994, AMCRESPAC; México, D.F.
19. Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA); 1995. Temas Ambientales de la Ciudad de México, México, D.F., pag. 77 - 114.
20. López N. P.; 2001. La Geotecnia en los Rellenos Sanitarios, el caso del Valle de México; Tesis de Maestría; Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura; México, D.F., pag. 1, 45 - 153.
21. NOM-001-ECOL-1996, Establece los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes de acuerdo a las características del cuerpo de agua receptor.
22. NOM-002-ECOL-1996, Establece los límites máximos permisibles de concentración de los contaminantes en la descarga de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano municipal.
23. NOM-003-ECOL-1997, Fija los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes en las aguas residuales tratadas que se rehúsan en los servicios públicos.
24. NOM-052-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, Diario Oficial de la Federación, (DOF), México.
25. NOM-053-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, DOF, México.
26. NOM-054-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-ECOL-1993, DOF, México.
27. NOM-055-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radioactivos, DOF, México.
28. NOM-056-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos, DOF, México.
29. NOM-057-ECOL-1993, Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos, DOF, México.
30. NOM-058-ECOL-1993, (22 de octubre de 1993). Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos, DOF, México.
31. NOM-083-ECOL-1996, (25 de noviembre de 1996). Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, DOF, México.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



32. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-084-ECOL-1994, (22 de junio de 1994). Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.
33. NOM-AA-91-1987, Calidad del suelo - terminología, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México.
34. NOM-AA-15-1985, Protección al ambiente- contaminación del suelo- residuos sólidos municipales- muestreo - método del cuarteo, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México.
35. NOM-AA-19-1985, Protección al ambiente- contaminación del suelo- residuos municipales- peso volumétrico "in situ", Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
36. NOM-AA-22-1985, Protección al ambiente- contaminación del suelo- residuos municipales- selección de subproductos, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
37. NOM-AA-52-1985, Protección al ambiente- contaminación del suelo- residuos sólidos municipales- preparación de muestras en el laboratorio para su análisis, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
38. Simposio Regional Sobre Desechos Sólidos, 1978, Disposición final - relleno sanitario, Santo Domingo, República Dominicana, Cap. 7.
39. [www.df.gob.mx/visitas/basura.htm](http://www.df.gob.mx/visitas/basura.htm)

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**