



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

24
ZEJ

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



EL IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DE LA
DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS
EN EL DISTRITO FEDERAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LIC. EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A :
GRACIELA MAYA SIXTOS

ASESORA:

DRA. MARTA CERVANTES R.

MEXICO, D. F.,

FEBRERO DE 1995

FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A la memoria de Carlos...

A mi hija Karla, por el tiempo que le robé

A mi mamá por todo el apoyo incondicional que me ha dado y por el amor que le tengo.

A mi papá por todo lo que me dio.

A Alejandro por su paciencia, apoyo y amor.

A mis hermanas: por el cariño que les tengo.

A mis sobrinos...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al ingeniero Alejandro Villavicencio Guzmán.

A mis maestros:

Dra. Marta Cervantes Ramírez.

Maestra. Carmen Sámano Pineda.

Biólogo. José Santos Morales

Licenciada. Teresa López Castro.

Licenciado. Jorge Rivera Aceves

Dra. Irene Alicia Suárez Sarabia
Jefe del Departamento de Geografía de la Escuela Nacional Preparatoria

Dr. Juan Carlos Gómez Rojas
Asesor Académico de Posgrado del Colegio de Geografía.

Biól. Isabel Gutiérrez Fúster.
Dir. de la Escuela Nacional Preparatoria, "Antonio Caso" Plantel 6.

A Paty y a José Luis

GRACIAS A TODOS
ELLOS POR SU
VALIOSA AYUDA.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 1 LOS RESIDUOS SÓLIDOS | 13 |
| 1.1 DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. | 13 |
| 1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. | 15 |
| 1.3 CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. | 20 |
| CAPÍTULO 2 EL SUELO COMO RECEPTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS . | 39 |
| 2.1 NATURALEZA DEL SUELO. | 39 |
| 2.2 LOS SUELOS EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL. | 41 |
| 2.3 MODIFICACIONES EN EL SUSTRATO EDÁFICO. | 45 |
| 2.4 ALTERACIONES EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS. | 47 |
| CAPÍTULO 3 CONTEXTO SOCIOECONÓMICO | 50 |
| 3.1. RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO URBANO Y LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS. | 50 |
| 3.2 ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS Y LA GENERACIÓN DE DESECHOS SOLIDOS. | 54 |
| 3.3 PEPENADORES. | 57 |
| 3.4 LEGISLACIÓN EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LA BASURA. | 59 |
| CAPÍTULO 4 IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DE LA DISPOSICIÓN FINAL. EVALUACIÓN Y CONTROL | 67 |
| 4.1 IMPACTO AMBIENTAL. GENERALIDADES. | 67 |

| | |
|---|----|
| 4.2 IMPACTOS CAUSADOS POR LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. | 70 |
| 4.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL. | 75 |
| CAPÍTULO 5 ALGUNAS PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS GRANDES VOLÚMENES DE RESIDUOS EN EL DISTRITO FEDERAL | 85 |
| CONCLUSIONES | 92 |

INTRODUCCIÓN

La contaminación derivada de la disposición final de los residuos sólidos es producto de los enormes volúmenes de basura que se depositan diariamente, afectando al ambiente y deteriorando la imagen de cualquier ciudad. En cuanto a los daños que sufre el ambiente, éstos son considerables, pues no sólo ocurren en la atmósfera, sino también en el suelo, en el agua superficial y hasta en los mantos freáticos. Los malos olores y la producción de biogás es constante y el peligro de posibles incendios está latente.

El deterioro de suelos productivos está en aumento porque los residuos se incrementan día con día y la producción de lixiviados reduce o elimina el rendimiento de los suelos, y contamina las aguas.

De aquí se desencadena una serie de fenómenos sociales en los que se refleja una sociedad de consumo, producto de la creación de necesidades superfluas, regida por patrones culturales dirigidos al consumo y que se relaciona directamente con la producción de basura y su inclusión en los ecosistemas. Como caso de estudio, se tomó el Distrito Federal y sus residuos, lo que representa un interesante fenómeno, no sólo ecológico sino también desde el punto de vista socioeconómico y en consecuencia geográfico.

Es importante comentar que el problema de la basura en la Ciudad de México tiene siglos, aunque con la industrialización del país el tipo de residuos ha cambiado en cuanto a su naturaleza se refiere y ha aumentado de manera creciente. Haciendo una breve reseña, en la época prehispánica la actitud de la población ante la generación de basura fue distinta, pues la conciencia social de una población educada, con estructuras sociales bien fortalecidas, tenían la responsabilidad de conservar limpia su ciudad. Por ejemplo existía un control de la basura y de todos aquellos residuos que pudieran alterar el orden estético de la Gran Tenochtitlán. Durante el reinado de Nezahualcóyotl, se construyó el albarradón que iba de Atzacalco, en el Tepeyac, hasta el Cerro de la Estrella, en Iztapalapa, el que dividía las aguas dulces del Lago de México de las aguas saladas del Lago de Texcoco. Su construcción favoreció la limpieza de la ciudad ya que periódicamente se sacaban los desperdicios de las acequias y canales de Tenochtitlán, para ser conducidos en canoas hacia las compuertas del albarradón de Nezahualcóyotl; luego se abrían las compuertas y como el nivel de Lago de Texcoco era más bajo que el de la laguna, los desperdicios pasaban al lado de éste. Así la ciudad y la laguna quedaban limpias (Enciclopedia de México, 1985).

En el año de 1473, el padre Francisco Xavier Clavijero afirma que bajo el gobierno de Moctezuma Xocoyotzin, en las ciudades no había una sola tienda de comercio, no se podía vender ni comprar fuera de los mercados, y por lo tanto, nadie comía en las calles ni tiraba cáscaras ni otros despojos. Había más de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura que hubiera tirada; dicen los cronistas que el

suelo no ensuciaba el pie desnudo, además los habitantes estaban habituados a no tirar desechos en la calle (Castillo, 1983).

La actitud de la población cambió con la llegada de los españoles, pues la basura constituyó un problema ecológico, social y estético a partir de la época colonial; por ejemplo, entre 1526 y 1600, se recomendó a la población que conservara limpias las propiedades, que no arrojara basura en las acequias, de lo contrario se cobraba multas de tres pesos oro a quien arrojara agua sucia o basura a la calle.

El 26 de octubre de 1769 se expidió un bando que incluían reglas para el aseo de las calles y hacía obligatorio barrer los frentes de las casas. Para 1787, las calles se encontraban intransitables por el desaseo; al menor descuido se ensuciaban los pies del transeúnte y pasaban muchos meses sin que fueran barridas y los caños estaban llenos de pestilentes lodos. En alguna que otra calle, se veían muladares y de mayores proporciones en las casas de vecindad, pues los inquilinos arrojaban la basura a la calle y era inexistente el servicio de limpia (A.M.C.R.E.S.P.A.C., 1993).

Entre 1848 y 1883 en las afueras de la ciudad se observaban montañas de basura. En 1883, la basura tuvo que ser quemada como medida para el control de posibles epidemias. En 1915, se acusó a los comerciantes y abarroteros ante el cuartel general de acaparadores de los artículos de primera necesidad originadores de basura. Por este motivo fueron obligados a barrer las calles de la Ciudad de México. En 1935, el costo anual del servicio de limpia alcanzó la cifra de \$ 743,223.94 (viejos pesos) (A.M.C.R.E.S.P.A.C., op. cit.; Deffis, 1989).

Para 1941, se promulgó el primer reglamento de limpia para la Ciudad de México. En 1946 la basura se disponía en los tiraderos de: La Magdalena Mixhuca, Santa Catarina, Branaderos, La Modelo, Dos Ríos, Nativitas, Independencia y Pedregal. En 1948 comienza a funcionar el tiradero de Santa Cruz Meyehualco y diez años después se abre el tiradero de Santa Fe; aunque en la actualidad se han creado nuevos sistemas de disposición final como es el caso de los rellenos sanitarios el problema de los residuos sólidos continúa pues la ciudad crece día con día; cada vez se vuelve más difícil prestar el servicio de limpia que sigue siendo ineficiente.

La generación de residuos es cada vez mayor ya que su disposición continúa siendo anárquica e incontrolable. Pudiera pensarse que el problema de acumulación de la basura en las calles está en relación directa con el nivel económico o de escolaridad de los habitantes de la ciudad; sin embargo, esto no se presenta con regularidad, ya que existen barrios humildes relativamente limpios y asimismo se encuentran colonias residenciales con bolsas de basura y desperdicios en sus calles. Esto induce a pensar que se trata de un problema de tipo cultural, lo cual aumenta su complejidad.

Objetivos.

El objetivo general que se buscaba alcanzar fue: **analizar el impacto ambiental derivado de la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito Federal.**

Como objetivos particulares se establecieron:

- **Conceptualizar, clasificar y describir cada una de las etapas del ciclo de los residuos sólidos.**
- **Caracterizar los impactos ambientales implicados en la disposición final de los residuos sólidos y referir sus efectos sobre el medio atmosférico, terrestre y acuático.**
- **Describir y analizar los aspectos socioeconómicos del impacto ambiental de la disposición final de residuos sólidos.**

Los objetivos se lograron porque las hipótesis que se plantearon se confirmaron debido a que la relación establecida entre la generación de basura y el crecimiento de la población, esta ligada a un patrón cultural que ha conducido al consumismo y costumbrismo, imperando a través del tiempo y manifestándose en el deterioro del medio y en el agotamiento de los recursos.

Considerando que en el Distrito Federal se asienta una de las mayores concentraciones humanas a nivel mundial, y que se generan enormes cantidades de residuos sólidos, se establecieron las siguientes hipótesis:

Hasta el momento, se carece de un mecanismo satisfactorio para un manejo y control adecuado de los residuos sólidos, debido al crecimiento de la población.

La concientización y educación social pueden ser el punto de partida para la solución a la problemática del impacto ambiental por residuos sólidos. Dado que además de ser un problema ambiental, tiene orígenes y trascendencia socioeconómica y cultural.

La metodología utilizada en el presente trabajo para probar las hipótesis consistió de dos etapas:

La primera se refirió al trabajo de gabinete, cuya investigación documental consistió en:

- a) **Recopilación de información bibliográfica y henerográfica de 1980 a la fecha.**
- b) **Obtención de la información que permitió la ordenación sistemática y se clasificó de acuerdo con los temas a tratar en el estudio, así como la elaboración de fichas de trabajo.**

La segunda parte consistió en el trabajo de campo, en el que se recopiló información por medio de la observación directa en los sitios de disposición final de los residuos sólidos en el Distrito Federal desde 1986 hasta el año de 1990.

Concluida la investigación, se hizo la discusión e interpretación de la información procesada, analizando los impactos ambientales de los residuos sólidos y la evaluación de los diferentes métodos de eliminación para sanear el medio.

El escrito que plasma los resultados de la investigación referidos al impacto ambiental derivado de la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito Federal esta organizado de la siguiente manera: el primer capítulo se centra en los residuos sólidos: definición, clasificación y ciclo . Esa información permite plantear el problema, pues da una clara visión de la diversidad de elementos que se desechan, muchos de los cuales contaminan los sitios donde se depositan y su entorno.

El segundo capítulo se refiere a la naturaleza del suelo, y su alteración por la disposición de residuos. Se tratan características físicas de los suelos de los rellenos sanitarios y de manera general, las modificaciones en el sustrato edáfico; así como la alteración de los ciclos biogeoquímicos que son parte de la naturaleza del suelo. El impacto del medio por la disposición de los desechos son una consecuencia de un ámbito socioeconómico. El capítulo III trata del contexto socioeconómico, en donde se relaciona la generación de los residuos sólidos con el ingreso, que coincide con la estratificación socioeconómica mencionada por Restrepo (1982). Como caso particular está la participación de los pepenadores como un grupo económico, político y social importante en el desarrollo socioeconómico del país y finalmente la legislación relacionada con el ciclo de los residuos sólidos.

El capítulo IV se refiere a la evaluación y métodos de control de los desechos, ya que si la población genera residuos y éstos a su vez contaminan, es necesario un manejo y control adecuados.

Es interesante y necesario que la problemática que encierra la generación de los residuos sólidos sea expuesta a la población para que tome conciencia del impacto ambiental que repercute, no sólo en el ámbito natural, sino también en el social y en el uso inadecuado de los recursos naturales que de ellos se hace.

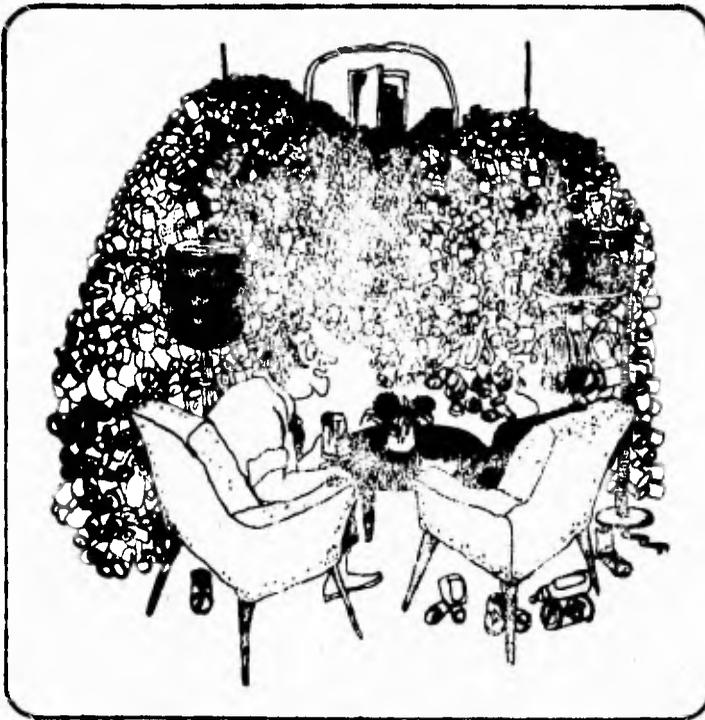
Al realizar esta investigación, los problemas que se enfrentaron fueron, entre otros: la carencia de información, pues se revisó el acervo cultural de las bibliotecas del Centro de Información Científica y Humanística (C.I.C.H.) y la central de Ciudad Universitaria, las bibliotecas de México, del Centro de Investigación de Estudios Avanzados (C.I.N.V.E.S.T.A.V.) del Instituto Politécnico Nacional, la de Recursos Hidráulicos, la del Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (C.O.N.A.C.Y.T.), la de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (S.E.D.U.E.) y la de la Organización Panamericana de la Salud ubicada en Metepec, Edo. de México; además de la consulta de algunas tesis referentes a la contaminación del medio por residuos sólidos, no obteniendo información necesaria y enfocada al tema de la tesis; otro problema fue que buena parte de la información se mantiene inédita o simplemente no existe, y en ocasiones es ocultada o distorsionada por las autoridades. Por otro lado, el campo de los residuos

sólidos es un área nueva para el ámbito de la Geografía eso significó involucrarse con terminología nueva y realizar algunas traducciones, lo que implicó mayor inversión de tiempo.

La única biblioteca especializada en residuos sólidos pertenece a la Dirección Técnica de Desechos Sólidos de la Dirección General de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal, a la cual se tuvo acceso por la relación laboral que se estableció con dicha dependencia y la experiencia permitió conocer la problemática real.

En la disciplina de la Ingeniería Ambiental se aborda el área de los residuos sólidos que a partir de la década de los 80's se le concede gran importancia por la amplitud de su problemática y ello la convierte en un área de reciente creación en México. El manejo y control de los residuos es necesario conocerlo, pues actualmente existe poca información acerca de ello, con lo que se podrían abordar muchos temas como resultado de la problemática de la basura; algunos de los trabajos que podrían surgir como respuesta a la necesidad del conocimiento en esta área son: tratamiento de lixiviados y biogás para aminorar el impacto ambiental, cuantificación de los subproductos provenientes de los sitios de disposición final en centros de acopio y sus beneficios económicos. el problema social y ecológico del desarrollo histórico de la basura en el Distrito Federal, la estabilización acelerada de los residuos sólidos para su aprovechamiento como rico suelo, estudios de factibilidad para la comercialización de la composta, comportamiento de lixiviados y biogás en los suelos del Distrito Federal, problemática socioeconómica y política de los pepenadores, entre otros estudios.

CAPITULO 1.
LOS RESIDUOS SOLIDOS.



"Confíesalo. Ahora que van a reciclar toda esta basura,
dño te alegras que no la haya tirado?"

Tomado de: Turk A., J. Turk, J. Wilton, R. Wilton. 1988 Tratado de Ecología
Interamericana, 2a. ed. México. Pág. 402

CAPÍTULO 1

LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La sociedad en el ejercicio de su actividad, cualquiera que ella sea, genera desechos. Estos desechos presentan características múltiples, empezando por su naturaleza física (gaseosa, líquida o sólida); el grado de utilidad o peligrosidad, que depende de su carácter o naturaleza (química-orgánica). La gran diversidad de los desechos producidos por la humanidad determinan su posterior manejo.

Por la utilidad o el inminente riesgo que pudieran representar los desechos que genera el ser humano, éste ha elaborado técnicas y métodos para controlarlos y en su caso aprovecharlos. La ingeniería sanitaria y ambiental se aboca al estudio de los desechos, a los que también comúnmente se les conoce como basura.

Se han desarrollado diversas técnicas para manejar y controlar los residuos. Esto ha dado como resultado que en el campo de la ingeniería sanitaria, el estudio de la basura sea tan extenso, que en términos generales abarca desde la generación hasta su disposición final.

Los estudiosos de esta disciplina aún no deciden cual es el término correcto para definir a la basura. Si se le define como desecho, se argumenta que este término significa que, una vez desechado, el producto resultante del original no tiene ninguna utilidad, en tanto que emplear la palabra residuo induce a un subproducto cuya naturaleza aún puede ser utilizado, aunque no sea reincorporado al proceso original; sin embargo, de acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, estos vocablos son sinónimos y se utilizan indistintamente.

Los residuos que produce el hombre son variados y todos ellos impactan a la naturaleza en menor o mayor grado y por su procedencia y peligrosidad. Estos se clasifican para un mejor manejo en: residuos urbanos, industriales y especiales. Aunque de manera general se explica cada uno de ellos, este estudio se enfoca únicamente a los residuos urbanos. Por otro lado, éstos cumplen con un ciclo que va desde su generación hasta su disposición final y que depende del grado de desarrollo de cada país para lograr en mayor o menor porcentaje su aprovechamiento

1.1 DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

En el presente trabajo se utilizarán de manera indistinta los términos de residuo, desecho y basura, sin embargo se presentan algunas definiciones de ellos como puntos de referencia.

Según Hanks "Los residuos son aquellos materiales normalmente sólidos provenientes de la actividad humana y animal desechados como basuras, sin atender su modo de transportación, suspensión o modificación" (Hanks, 1967). Incluyen partículas de desecho suspendidas en el aire o en el agua y sólidos solubles que contaminan el agua o el suelo.

Por acuerdo de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91-1985, se define como "residuo a cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Por su parte, el común de la gente, basándose en diccionarios populares como Larousse define como "residuo a la parte o porción que queda de un todo o de un conjunto. Lo que resulta de la destrucción o descomposición de una cosa" y desecho significa "lo que se desecha. Residuo" (Larousse, 1988).

En cuanto a la definición del término sólido, su empleo es ambiguo pues los residuos suelen presentarse en los diferentes estados de la materia y en todos los medios; muchos contaminantes líquidos o gaseosos son sólidos suspendidos en esos medios y algunos son sólidos solubles que contaminan el agua o el suelo transfiriéndose a través de la evaporación, precipitación, adsorción u otros fenómenos.

Las definiciones anteriores tienen similitudes, con base en esos criterios y unificándolos se define el siguiente concepto que ha de utilizarse: los residuos sólidos son aquellos materiales sólidos generados en las actividades económicas de producción y consumo, que por sus características finales no pueden ser incorporados a ciertas etapas de la producción; pero no por ello pierden su valor económico en otras etapas de la misma.

Los residuos sólidos por su composición pueden ser orgánicos o biodegradables e inorgánicos o no biodegradables. Los primeros son incorporados al medio mediante procesos biológicos o degradados bioquímicamente; y, los segundos se van acumulando sin presentar grandes cambios y llegan a modificar el ambiente en el que se depositan.

Algunos residuos resultan peligrosos porque se integran a la cadena alimenticia y pasan de un nivel trófico a otro causando problemas de salud, en cualquier organismo, por ejemplo el plomo, o el mercurio, entre otros, etc.

Una vez definido el término existe la necesidad de hacer una clasificación de ellos, pues por su naturaleza y uso, su manejo, tratamiento y disposición final varía aunque no todos ellos por su número pueden ser objeto de estudio del presente trabajo.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La diversidad de los residuos sólidos generados en una ciudad varían por diversos factores geográficos, como son: clima, cercanía o lejanía al mar, grado de desarrollo económico, industrial y comercial, a través del tiempo, etc. Estos factores le dan un carácter propio a los residuos sólidos de cada ciudad.

La gran variedad de residuos generados, hace difícil una clasificación general, por lo que cada autor maneja conceptos y criterios diferentes. Por ejemplo, De Lora y Miro (1978) clasifican los residuos por su origen en: domésticos, municipales, comerciales, centros asistenciales, mineros, agrícolas, ganaderos y forestales; sin embargo sólo toma en cuenta los urbanos (en donde se incluyen una parte de los residuos industriales). López, et. al. (1980) los clasifican por su naturaleza y por el lugar en que se producen los residuos sólidos en: residuos urbanos, mineros, agrícolas y ganaderos. Los residuos urbanos a su vez se dividen en: recolectados por el municipio y no recolectados; los primeros incluyen los domésticos, municipales, comerciales, industriales, cenizas y coches y en los segundos, los no recolectados: algunos industriales, y en mínima proporción domésticos y comerciales. Turk, et al. (1988) dan un listado de residuos sin hacer diferenciación alguna entre ellos: el Instituto Nacional de Administración Pública (I.N.A.P., 1988) clasifica a los residuos urbanos por su origen en dos grupos: los que se generan de las actividades urbanas y los que resultan de la infraestructura urbana. En los primeros se incluyen: los domiciliarios, comerciales, industriales y de servicios; entre los segundos están los residuos que se generan de la red vial, del transporte, de la red hidráulica y de su tratamiento.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-91-1984, los clasifica por su tipo en: orgánicos e inorgánicos y por su origen y fuente generadora, en: residuos sólidos municipales, industriales y especiales.

De estos criterios se parte y se profundiza en la información, anexando elementos que hacen más concreta la clasificación. El siguiente cuadro muestra un criterio que pretende plasmar el resultado de la experiencia personal y de la unificación de los criterios antes mencionados (cuadro No. 1). Por su origen y fuente generadora, se clasifican a los residuos sólidos de la siguiente manera: residuos sólidos urbanos, industriales y especiales (De Lora y Miro, 1987; López, et al. 1980; Turk, 1988; NOM-AA-91-1984; I.N.A.P., 1988).

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------|---|---|
| Residuos sólidos | Residuos urbanos | Actividades urbanas | Domiciliarios De mercados Hoteles y Restaurantes Comercios Oficinas públicas y escuelas |
| | | Infraestructura urbana | Transportes Parques y jardines Vía pública Red hidráulica y su tratamiento Demoliciones y construcciones de inmuebles |
| | Residuos industriales | Residuos peligrosos Residuos potencialmente peligrosos Otros residuos | |
| | Residuos Especiales | Residuos clínicos | Desperdicios contagiosos Material biológico Venenos, Restos de medicinas Desperdicios iatrogénicos (Cortantes y punzantes) |
| | | Residuos nucleares | Desechos de alto nivel Desechos de bajo nivel Desechos de nivel intermedio |
| | | Residuos mineros | |
| Residuos agrícolas y ganaderos | | | |

Cuadro No. 1 Clasificación de los residuos sólidos.

Fuente: De Lora y Miro, 1978; López, Et. al., 1980; Turk, 1988; NOM-AA-91-1984.

1.2.1 Residuos sólidos urbanos.

En algunas ocasiones denominados municipales, son todos los materiales resultantes de las actividades urbanas y de la infraestructura urbana de los que su recolección es responsabilidad de las delegaciones políticas o del municipio según sea el caso.

1.2.1.1 Residuos de las actividades urbanas.

Los residuos sólidos generados de las actividades urbanas son: los domiciliarios, de mercados, de hoteles, de restaurantes y de algunos centros comerciales; en su mayoría, generan grandes cantidades de materia orgánica como son restos de comida (verduras, frutas) y restos animales; otro tipo de residuos son los inorgánicos como son: los trozos de papel, cartón, vidrio, metal, fibras textiles, madera, plásticos, etc. Las oficinas públicas y las escuelas generan enormes cantidades de papel y cartón principalmente, así como, plásticos, residuos de comida, restos de madera y de metal, y otros materiales inertes.

1.2.1.2 Residuos de la infraestructura urbana.

Los residuos sólidos generados por la infraestructura urbana, son todos los residuos recolectados de la vía pública, del transporte, de los parques y jardines, de la red hidráulica y del alcantarillado, así como de las demoliciones y construcciones de bienes inmuebles. Estos residuos se componen en menor proporción

de restos de comida, papel, cartón, plásticos, excrementos animales y humanos, cadáveres de animales, siendo en su mayor parte, polvo, tierra, lodo de las alcantarillas, restos de materiales de construcción, restos de metales, madera y vidrio, hojarasca, etc. no requieren de técnicas especiales, pero sí de un manejo y control adecuados.

1.2.2 Residuos sólidos industriales.

Son los generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción, pueden ser peligrosos por contener materiales tóxicos y en consecuencia exigen el seguimiento de normas técnicas específicas para su tratamiento. Pueden causar o contribuir significativamente a serias enfermedades. Amenazan la salud humana y al ambiente cuando su manejo es inadecuado, y pueden causar hasta la muerte.

La industria es la mayor fuente generadora, sus residuos resultan de la fabricación de carros, combustibles, papel, plásticos, ropa, caucho, pintura, pesticidas, medicinas y una gran variedad de productos. Con base en su peligrosidad se dividen en: residuos industriales peligrosos y residuos potencialmente peligrosos.

1.2.2.1 Residuos industriales peligrosos.

Son aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas representan un peligro al ambiente desde su generación; ejemplos el amoníaco, monóxido de carbono, etc.

1.2.2.2 Residuos potencialmente peligrosos.

Son aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas, representan un peligro potencial para el ambiente, como los clorofluorocarbonados.

En ambos casos, de acuerdo con la Environmental Protection Agency (E.P.A.), se han identificado cuatro características básicas en este tipo de residuos:

Inflamables. En ellos se presenta el peligro de incendio durante su manejo. El fuego no sólo presenta el peligro inmediato del calor y humo, también se pueden extender partículas nocivas sobre extensas áreas, como por ejemplo la gasolina, diesel y éter.

Corrosivos. Este tipo de residuos requieren de envases especiales, por la propiedad que tienen de corroer materiales comunes, o necesitan ser segregados por su capacidad de disolver contaminantes tóxicos; por ejemplo sosa cáustica, ácido sulfúrico y ácido nítrico. Una sustancia corrosiva en contacto con los tejidos vivos, puede causar la destrucción de éstos por acción química, como por ejemplo los ácidos y las bases fuertes.

Reactivos o explosivos. Durante su manejo tienden a reaccionar espontáneamente. Reaccionan vigorosamente con el aire o el agua, son inestables al choque o al calor, generan gases tóxicos al explotar; por ejemplo metano y butano.

Tóxicos. Cuando se manejan inadecuadamente los residuos, pueden liberar tóxicos en suficientes cantidades por poseer sustancias peligrosas que dañan la salud humana y al ambiente como es el caso del amoníaco y los cianuros.

Tres de estas características producen trastornos agudos en el hombre, con daños casi siempre inmediatos; la cuarta produce la mayoría de las veces, efectos crónicos que aparecen a largo plazo (Hsiung y Metry, 1982).

En algunos casos, al contacto directo, prolongado o repetido con el tejido vivo induce a una reacción inflamatoria local o una sensibilización.

Lo peligroso de un material no siempre esta en función de la fórmula química, sino de la concentración. Es importante conocer cuando son peligrosos y cuando no. Algunos materiales son inofensivos en su manejo y almacenamiento, pero pueden resultar peligrosos cuando son mezclados con otros materiales. Por ejemplo, el sulfato de sodio por sí mismo no es peligroso, pero sí es mezclado con un ácido fuerte en el sitio de disposición, podría resultar sulfuro de hidrógeno en gas, el cual es extremadamente tóxico y aún en concentraciones relativamente bajas es letal. Otros materiales son peligrosos y con el tiempo pueden serlo más. El éter etílico el cual ha sido utilizado por años como anestésico y solvente, es peligroso porque es flamable; sin embargo, cuando es almacenado por largo tiempo, es más peligroso porque tiende a formar peróxidos los cuales son extremadamente explosivos.

Los residuos bioconcentrables en los organismos contienen plomo, mercurio o cadmio, los que generalmente provienen de los procesos industriales y en algunos casos están contenidos en los ácidos. La disposición de estos metales puede ser manejada por precipitación de los metales pesados y dispuestos en sitios autorizados.

Los residuos tóxicos pueden afectar a los organismos vivos por ingestión a través de la cadena alimenticia, por el sistema respiratorio, o por absorción cutánea. El grado de toxicidad varía. Algunas formas de residuos inicialmente no son tóxicos, aunque estén en mínima proporción, pero pueden convertirse en tóxicos o manifestar su toxicidad después de repetida la exposición, llevando al organismo a su muerte.

1.2.2.3 Otros residuos peligrosos.

Ciertos materiales pueden ser considerados peligrosos porque afectan los cambios genéticos de los organismos vivos o porque pueden causarles efectos etiológicos. Los ambientalistas han acusado a los residuos peligrosos de causar daños, sin embargo no lo pueden demostrar. Por ejemplo, la enfermedad del pulmón negro que afecta a numerosos mineros de Europa es el resultado de los efectos etiológicos del material acrotransportable en minas de carbón.

The Toxic Substances Control Act (T.O.S.C.A.) especifica quince clases de conocidas sustancias tóxicas sospechosas, las cuales representan un peligro potencial al público. Estos materiales son:

acrilonitrilo, benceno, plomo, bifenilos polibromados, fosfatos inorgánicos, cadmio, asbestos, 2-3 dibromopropilfosfatos, hexaclorobenceno, tricloroetileno, mercurio, benzadino, arsénico, aromáticos polinucleares y cloruro de vinilo.

1.2.3 Residuos sólidos especiales.

Son todos aquellos que por su naturaleza no comparten ninguna semejanza entre sí, ni con los otros tipos de residuos, y que por requerir de otro tipo de manejo se consideran en otro apartado.

1.2.3.1 Residuos clínicos.

Entre éstos se consideran los residuos de hospitales, clínicas y laboratorios de investigación que tienen la característica de ser patógenos y en algunos casos radiactivos. Estos a su vez se subdividen en (López, et al., 1975):

- ◆ Desperdicios contagiosos.

Son todos aquellos contaminantes con microorganismos patógenos, que se recogen en hospitales y clínicas, y que se les considera basura.

- ◆ Materiales biológicos.

Son trozos de órganos, tejidos o animales de experimentación.

- ◆ Venenos y restos medicinales.

Son restos de material farmacológico, medicinas y productos venenosos.

- ◆ Desperdicios incisivos (cortantes y punzantes).

Son trozos de vidrio, agujas, cuchillos, etc.

Requieren de almacenamiento en bolsas de plástico resistente, de color específico y con leyendas que denuncien la toxicidad de los residuos y los contenedores metálicos que sean de acero inoxidable según sea el caso. Algunos residuos deben ser incinerados o dispuestos en sitios controlados.

1.2.3.2 Residuos nucleares.

Los residuos procedentes de las actividades nucleares tienen la característica de producir radiactividad, esto quiere decir que son materiales que poseen diferentes tipos de partículas que transfieren su energía a todo lo que golpean y pueden producir daños severos de carácter mutagénico y carcinógeno en el hombre y en otros seres vivos, ya sea a corto o largo plazo. Estos a su vez se dividen en tres categorías (Odum, 1988):

- ◆ Desechos de alto nivel.

Son residuos líquidos o sólidos que hay que incinerar, puesto que son demasiado peligrosos para descargarlos en cualquier parte de la biósfera. Aproximadamente 500 litros de estos desechos de alto nivel son producidos por cada tonelada de combustible nuclear consumido.

- Desechos de bajo nivel.

Son residuos líquidos, sólidos y gases que poseen muy baja radiactividad por unidad de volumen, pero son demasiado voluminosos.

- Desechos de nivel intermedio.

Son los de una radiactividad suficientemente alta para requerir confinamiento local, pero lo bastante baja para que sea posible separar los componentes de alto nivel o de larga vida y tratar la masa del resto como desechos de bajo nivel.

1.2.3.3 Residuos mineros.

Estos residuos requieren de cierto manejo y control, como es el caso de los jales mineros, además de la piedra, basura, arena y escoria que queda. Al extraerse los metales se acumulan más desechos minerales a medida que los depósitos se van agotando y disminuye el contenido del mineral. Por ejemplo, en muchos depósitos minerales se encuentra azufre en grandes cantidades, como sulfuro de cobre (CuS y Cu_2S), que reacciona con el agua en presencia del aire para producir ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual contamina las aguas, mata a los peces y altera los ciclos de vida acuática; también combinado con otras sustancias químicas en los procesos de refinación se convierte en un contaminante gaseoso.

1.2.3.4 Residuos agrícolas y ganaderos.

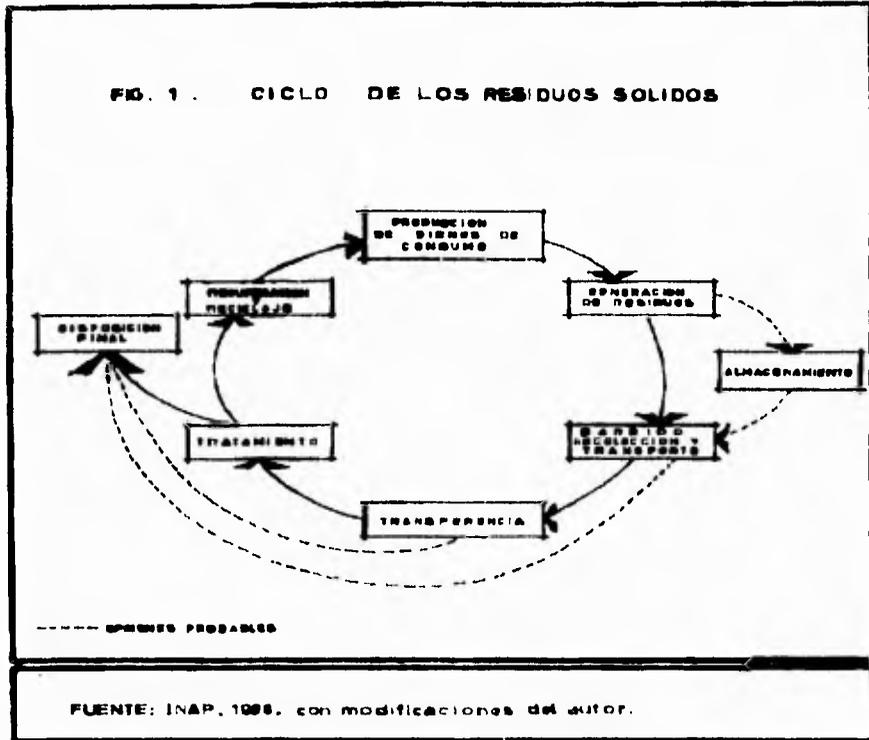
Se generan considerables cantidades de estos residuos, entre los que se cuentan el estiércol, restos de plantas tales como hueso, espigas, hojas y tallos de maíz, ramaje de operaciones de desmonte de bosques, fruta de calidad inferior, residuos de plaguicidas y restos de animales sacrificados por diversas causas que están produciendo severos daños al ambiente.

De esta manera se explica la clasificación de los residuos sólidos que se presenta en el cuadro No. 1. Es importante mencionar que el manejo y disposición de los residuos industriales y especiales es ajeno a la población, pero la generación de residuos urbanos involucran a toda la sociedad, por lo que es responsabilidad de todos.

1.3 CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

En términos generales, de acuerdo con su estado y los cambios que experimentan, los residuos sólidos pueden ajustarse a un ciclo que está vinculado a las actividades de producción y consumo.

A continuación se explican cada una de las etapas que conforman el ciclo de los residuos y, que con algunas variantes se representa el esquema general (fig. 1) (I.N.A.P., op. cit.).



El ciclo se inicia con la producción de bienes de consumo que da lugar a la primera etapa denominada generación.

1.3.1 Generación.

Es la cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo. En esta etapa se generan todos los residuos sólidos que de las actividades económicas y del consumo resultan.

La generación varía de acuerdo con el tipo de ciudad, país o estrato social, por su carácter rural o urbano; asimismo puede modificarse a través del tiempo o por prácticas de consumo.

A través de la aplicación de técnicas de muestreo y encuestas se definen las características y cantidades de la generación de residuos sólidos en la sociedad.

El muestreo se refiere al análisis de los residuos, al tipo de objeto, su cantidad, su peso o volumen, precio, desperdicio, marca e inclusive su composición material, datos que permiten tener una información más fidedigna. Las encuestas tienen algunas desventajas, entre ellas, la omisión de datos, el olvido y la precisión, la distorsión de la información por razones socioculturales tendientes a exagerar el consumo de ciertos productos y a subestimar otros.

Ambas técnicas son fuente de datos independientes y complementarias que han sido utilizadas para confirmar o ampliar toda la información relacionada con la generación de basura.

No existen datos precisos sobre los grandes volúmenes de residuos sólidos que se generan en el Distrito Federal por lo que la diversidad de información de generación de residuos es imprecisa.

Se estimó en 1986 que la generación promedio de basura en el país fue de 0.5 a 0.7 kg./habitante/día, con una densidad domiciliaria de 0.4 a 0.6 ton/m³, lo que representó cerca de 50,000 ton/día, las cuales ocuparon un volumen sin compactar de 100,000 m³/día aproximadamente.

En centros urbanos importantes, la tasa de generación fue mayor al promedio nacional, del orden de 0.7 a 1.0 kg./habitante/día y la densidad menor a 0.3 a 0.4 ton/m³. En el Área Metropolitana y la Ciudad de México (donde habitan alrededor de 20 millones de habitantes), la generación aproximada fue de 17,000 ton/día (de 45,000 a 50,000 m³ de residuos sin compactar) (Trejo, 1987).

En un estudio publicado por Sánchez (1989) en el Foro de Ingeniería, se estimó que la generación de residuos sólidos en el Distrito Federal, cuya población calculada fue de 11,716,000 habitantes fue de 11,689 ton/día, con una generación per capita de 0.988 Kg./habitante/día. De la generación total de basura, el 57% corresponde a residuos domiciliarios y el 22.4% a comercios, que son las fuentes de mayor producción de residuos urbanos. Cabe mencionar que el censo de 1990 estimó una población de 8,235,744 habitantes en el D.F. que multiplicado por la generación promedio per capita de 0.988 Kg./habitante/día nos da una generación de 8,136.9 ton/día el resto de la generación es aportada por la población de la zona conurbada. Aclarando que las autoridades encargadas de la recolección manejan 11,689 ton/día de generación total en el Distrito Federal.

Entre las delegaciones que generan residuos superiores al promedio per capita están: Venustiano Carranza con 1,724 Kg. habitante/día; Cuauhtémoc con 1,635 kg./habitante/día; Miguel Hidalgo con 1,489 y Benito Juárez con 1,078 kg./habitante/día; el resto de las delegaciones están por debajo de 1 kg./habitante/día (datos obtenidos de la Dirección General de Servicios Urbanos, sin publicar). Mucho tiene que ver, que en estas delegaciones se concentran gran parte de los centros educativos y culturales, centros laborales, comercios, vialidad, etc. de aquí el movimiento constante de población proveniente de diferentes puntos del Distrito Federal, de los municipios conurbados y de provincia.

Asimismo, la generación de residuos sólidos esta ligada al nivel socio-económico, al nivel educativo, a los hábitos y al grado de urbanización de cada zona.

La presentación de datos de diferentes fuentes es con el objeto de mostrar que es difícil cuantificar con precisión la generación de basura, pero en la mayoría de los casos, coinciden en que la generación de residuos supera el kilogramo por habitante.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos urbanos generados en esta gran urbe el 44.1% corresponden a los residuos alimenticios, el 12.4% al papel, el 5.0% al plástico rígido, el 4.9% a la fibra dura vegetal, el 4.3% al vidrio transparente, el 4.0% a los restos de jardinería, el 3.3% al cartón, el 3.0% al pañal desechable y el 19.0% a subproductos restantes (Foro de ingeniería, 1989).

La siguiente etapa es el almacenamiento, porque algunos residuos generados son almacenados antes de ser entregados al servicio de limpieza o al camión recolector y los residuos que son depositados en la vía pública son directamente barridos y o recolectados.

1.3.2 Almacenamiento

Se refiere a la conservación temporal de los residuos en un lugar o en un recipiente exclusivo para tal fin, hasta el momento ya sea de ser entregados al servicio de recolección, de ser procesados para su aprovechamiento o de ser dispuestos finalmente. Existen dos tipos de almacenamiento: el domiciliario y el público.

1.3.2.1 Almacenamiento domiciliario.

A los depósitos utilizados para el almacenamiento de los residuos sólidos se les denomina contenedores. Esta etapa se inicia en las fuentes generadoras ya sea, en los domicilios, mercados, escuelas, oficinas, etc. y se conservan temporalmente en recipientes de diferentes capacidades, formas y tamaños. Varían los materiales con que están fabricados (plásticos, metal, madera, etc.) por lo que resultan ser poco prácticos y antihigiénicos, además se almacenan los residuos sin previa selección de los subproductos y los conservan hasta el momento en que pasa el servicio de recolección de la delegación correspondiente.

También se utilizan como depósitos de almacenamiento bolsas de papel o de plástico, que pueden permitir una recolección más rápida. Su uso es universal y recomendable.

La variedad de los depósitos de almacenamiento dificultan la recolección de los residuos, esto hace que el almacenamiento sea una de las etapas más sucias y antihigiénicas, pues en la mayoría de los casos se puede observar que los recipientes carecen de tapas y como resultado de la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos induce a los malos olores y a la proliferación de insectos como son cucarachas,

moscas y mosquitos. Lo ideal sería que los contenedores para almacenar los residuos domiciliarios fueran convencionales en cuanto a su forma, capacidad y materiales, como sucede en países europeos en donde hasta la tapa hermética y las asas son partes componentes indispensables de los contenedores. Por ejemplo, existen contenedores convencionales, de forma cilíndrica usualmente angostos de la base y con tapadera, de una capacidad de 20 a 40 litros con una asa o de 50 a 90 litros con asas a cada lado, algunas veces con tapas de presión. Son de acero galvanizado y revestidos de plástico, tienen una vida útil de 5 a 10 años y reducen el costo del servicio.

1.3.2.2 Almacenamiento público.

Este se logra a través de una serie de contenedores generalmente metálicos de diversa capacidad, distribuidos por todo el Distrito Federal, como son los destinados a captar los residuos domiciliarios de unidades habitacionales, cuyas capacidades y materiales varían, por ejemplo.

Contenedor metálico con una capacidad de 1 ó 2 m³, vaciados mecánicamente por el vehículo que está equipado con mecanismos especiales para levantar la carga.

Cajas metálicas con una capacidad de 4 m³, éstos son intercambiados en el lugar por otro vacío. A este sistema de contenedores se les denomina roll-on, roll-off.

Depósitos fijos de concreto tienen una capacidad de 500 litros y en donde los residuos son removidos manualmente.

Existen contenedores sofisticados adaptados a los sistemas mecánicos de los vehículos, similares a los antes descritos, solo que acordes a las características de los países desarrollados. Tal es el caso de los contenedores especiales para la recolección selectiva, como el vidrio o los contenedores de 2 y 4 ruedas que son captados por camiones recolectores-compactadores con elevador de contenedor ó como los contenedores móviles y compactadores de gran capacidad movidos por transportadores móviles.

El servicio de limpia también almacena de manera temporal, hasta la llegada del camión recolector; el almacenamiento se realiza en tambos metálicos que tienen una capacidad de 200 litros son manipulados por 2 hombres para su vaciado y resultan ser imprácticos al momento de vaciar los residuos al camión recolector, pues son muy pesados.

Los residuos sólidos recolectados en la vía pública tienen diferente composición y se almacenan mezclados, en esta parte de la etapa se inicia, aunque en menor grado, la selección de subproductos denominada "pepena". Entre los subproductos rescatables están el cartón, el vidrio y los envases de aluminio principalmente.

Antes de 1985, se inició un programa denominado "Plan de Recolección Nocturna por Contenedores" que ha consistido en dar servicio por la noche a zonas habitacionales representativas de la ciudad, para lo cual existían inicialmente 400 contenedores con su correspondiente equipo de recolección.

Debido a los sismos ocurridos en 1985, y dada la situación emergente, hubo que recurrir a algunos contenedores ubicados en zonas habitacionales para reubicarlos en hospitales, así se implementó un "Programa de Recolección de Contenedores" iniciándose con 120 contenedores con un volumen de 15,872 m³ de residuos recolectados, para 1986 el número de contenedores se había incrementado a 173 y se almacenaban 54,637 m³ y en 1988 se llegó a 239 contenedores que atienden a 113 instituciones del Sector Salud, captando 37,336 m³ de residuos sólidos (I.N.A.P. op. cit.).

Actualmente se han implementado papeleras en parques y jardines y en algunos casos, se han colocado recipientes con letreros alusivos a depósitos de residuos orgánicos e inorgánicos, de manera que su manejo facilite su recolección; aunque esto en la práctica no ha funcionado, pues buena parte de la población desconoce la diferencia entre uno y otro tipo de residuos.

1.3.3 Barrido, recolección y transporte.

Estas fases se presentan en una sola etapa pues se realizan seguidas, una inmediatamente después de la otra.

1.3.3.1 Barrido.

En el Distrito Federal la responsabilidad del barrido, recolección y transporte corre a cargo de las delegaciones políticas; la transferencia, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos es responsabilidad de la Dirección General de Servicios Urbanos, dependiente del Departamento del Distrito Federal.

El servicio de limpia realiza de dos maneras la recolección de los residuos depositados en la vía pública: barrido manual y mecánico.

El barrido manual generalmente se lleva a cabo en calles secundarias. Este tipo de barrido se da principalmente en países de escaso desarrollo económico, en donde cuentan con abundante mano de obra.

El barrido manual se efectúa en la vialidad secundaria, por 8,000 barrenderos que cubren 7,993 km. lineales diarios; en promedio a cada barrendero le corresponde 1 km./jornada laboral (I.N.A.P., op. cit.); aunque no lo llegan a cubrir, pues recolectan los residuos domiciliarios que no les corresponde y llenan sus recipientes antes de cubrir su recorrido. Dentro de sus obligaciones, el barrido solo se refiere a las cunetas y a los parques y jardines y no incluye a las banquetas, pues éstas son responsabilidad de los propietarios de los predios (de acuerdo al artículo 22, fracción I del Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal). La población desconoce sus obligaciones y responsabilidades relativas a la limpieza urbana, y en algunos casos, aún conociéndola la ignoran.

El **barrido mecánico** esta destinado a las calles y avenidas principales y a las vías rápidas, mediante **barredoras mecánicas**.

El **barrido mecánico** se efectúa en vías rápidas, ejes viales y avenidas principales, operan 234 **barredoras mecánicas**, cada una cubre una **longitud aproximada de 41 km. diarios/jornada**, con una capacidad de 505 ton/día; recorren en conjunto 9,607 km. lineales.

Haciendo un total entre los dos barridos de 17,000 km. lineales diarios (I.N.A.P., op. cit.). Esta actividad se desarrolla principalmente en **horario nocturno**.

1.3.3.2 Recolección.

La **recolección** es el retiro de los cubos o bolsas de basura doméstica de los domicilios y de los dejados en las aceras, así como de los residuos en la vía pública que han sido barridos y colectados por el servicio de limpia siendo vaciados en los camiones y transportados a los sitios de disposición final, o a las estaciones de transferencia.

En algunos países europeos se llevan a cabo dos tipos de recolección: la recolección abierta y la hermética, al igual que en los países subdesarrollados. La primera es la más usual y se refiere a los depósitos que no cuentan con ningún dispositivo de seguridad que evite regarse la basura; la segunda fue inventada por los alemanes y consiste en recipientes con tapa hermética que aunque se volteen, la basura no se riega.

La recolección es un sistema complejo cuando las ciudades son grandes, entonces es necesario establecer rutas de recolección que minimicen esfuerzos y optimicen el servicio. Estas rutas se diseñan en función de una serie de variables que dependen de la localidad.

Estas son las siguientes (D.D.F.-D.G.S.U., 1989):

Traza urbana de la localidad.

Topografía de la localidad.

Ancho y tipo de las calles.

Frecuencia, método y equipo de recolección.

Densidad de población.

Índices de generación de los residuos.

La frecuencia de recolección es variada, en algunas ciudades de Europa se recoge la basura diario, aunque lo normal es 6, 5, 4 y 3 días a la semana; sin embargo en países como el nuestro y, sobre todo en el Distrito Federal, el servicio llega a ser escasamente una vez por semana y buena parte de la recolección la llevan a cabo los barrenderos, cuya responsabilidad no es de ellos.

La recolección puede ser llevada a cabo por las autoridades correspondientes, en este caso de las delegaciones políticas o por contrato privado, en donde el ayuntamiento contrata el servicio de una empresa privada, lo cual resulta más eficaz y frecuente, incluso más barato.

En México, en algunas ciudades pequeñas se tiene el servicio de recolección por contrato privado como es el caso de zonas residenciales de Cuernavaca. Este servicio se realiza por el método de contenedores que lo hacen más eficaz y en algunos casos higiénico y estético. Entre los diversos métodos para efectuar la recolección pueden citarse los siguientes:

Método de esquina o parada fija. Es un método barato mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Este método es muy común en el Distrito Federal.

Método por contenedores. Las paradas del camión recolector ya están predeterminadas por la ubicación de los contenedores, estos recipientes son vaciados en el lugar por el camión o sustituidos según sea el caso. Este servicio se presta principalmente en las unidades multifamiliares y hospitales.

Existen otros métodos de recolección como el de acera, de llevar y traer, de recolección selectiva y recolección neumática que se llevan a cabo en países europeos principalmente, resultan ser muy caros y requieren de la participación de todos; pero para el caso del Distrito Federal únicamente se realizan los antes mencionados, considerando que la recolección también es nocturna y que la frecuencia del servicio es variable (que va de uno a tres veces por semana, aunque la posibilidad de ausencia del servicio es frecuente en buena parte del Distrito Federal). De acuerdo al artículo 13 del Reglamento para el Servicio de Limpia del Distrito Federal, "La recolección de residuos sólidos deberá realizarse por lo menos tres veces a la semana, en los horarios y días que fije la Delegación".

1.3.3.3 Transporte.

Se refiere al traslado de los residuos urbanos desde su lugar de origen hasta la estación de transferencia, a la planta de tratamiento o a su disposición final; transportados en diversos tipos de vehículos recolectores de variadas capacidades.

El número de vehículos en servicio se puede calcular con bastante precisión, conociendo el número de casas a servir, número de familias y, por tanto, el número de cubos y la cantidad de residuos a recoger por día. Asimismo habrá que tener en cuenta la distancia al sitio final, y también la dificultad de circulación y la existencia de viviendas aisladas.

El tipo de vehículos recolectores tiene mucho que ver con el método de recolección y el volumen de recogida. Existen varios modelos que están en función del desarrollo económico y social del país, pero todos ellos son vehículos compactadores con mecanismos de carga trasera, frontal y lateral con capacidades volumétricas que van desde los 12 m³ hasta los 30 m³ y con mecanismos de carga y descarga de contenedores.

Los vehículos recolectores en el Distrito Federal son de diversos tipos y capacidades, los modelos de los vehículos se describen a continuación:

Vehículo compactador con mecanismo de carga trasera, frontal y lateral con una capacidad volumétrica de 12 a 30 m³, con mecanismos de carga y descarga de contenedores. Son muy adecuados para la recolección de residuos en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados.

Vehículo compactador de carga trasera con una capacidad de 10 a 20 m³, cuenta con una tolva trasera para captar los residuos y además puede cargar contenedores pequeños. Este tipo de vehículo es el más usual, pues permite que los mismos usuarios depositen sus residuos en el camión.

Vehículos sin mecanismos de compactación de carga lateral o trasera, tubulares y rectangulares. Tienen una capacidad de 8 a 16 m³ y su costo de inversión es bajo, además no requiere de mano de obra especializada.

Vehículos tipo volteo de gran capacidad, en algunos casos cuentan con puertas laterales, su costo es bajo en comparación con un camión especializado, la descarga es rápida, pero el reacomodo de los residuos requieren de un hombre adicional.

Vehículos de volteo y de redilas, su capacidad varía de 10 a 12 m³, aunque los más usuales son de 7 y 8 m³. La desventaja principal es la altura, requiriendo de un hombre que reciba los residuos; y, por otro lado, lo descubierto propicia que los residuos se vayan esparciendo.

El sistema de compactación permite reducir el volumen de los residuos y tener una mayor capacidad de recolección.

El transporte lo efectúan 1,579 vehículos recolectores pertenecientes a las delegaciones políticas del Distrito Federal, complementando el parque vehicular con la renta de 500 unidades más (I.N.A.P., op. cit.).

La Dirección General de Servicios Urbanos esta a cargo de la recolección por contenedores en 281 sitios ubicados en instituciones médicas fundamentalmente, además de efectuar el hidrolavado y fumigación periódica de los mismos.

En el periodo de 1989-1994 se pone en marcha un programa para fortalecer el parque vehicular de limpia, que incluye la adquisición de nuevas unidades, que ya están en servicio, son camiones ecológicos de color verde y la rehabilitación de las existentes; aunque se ignora el total de las unidades en operación, actualmente.

1.3.4 Transferencia.

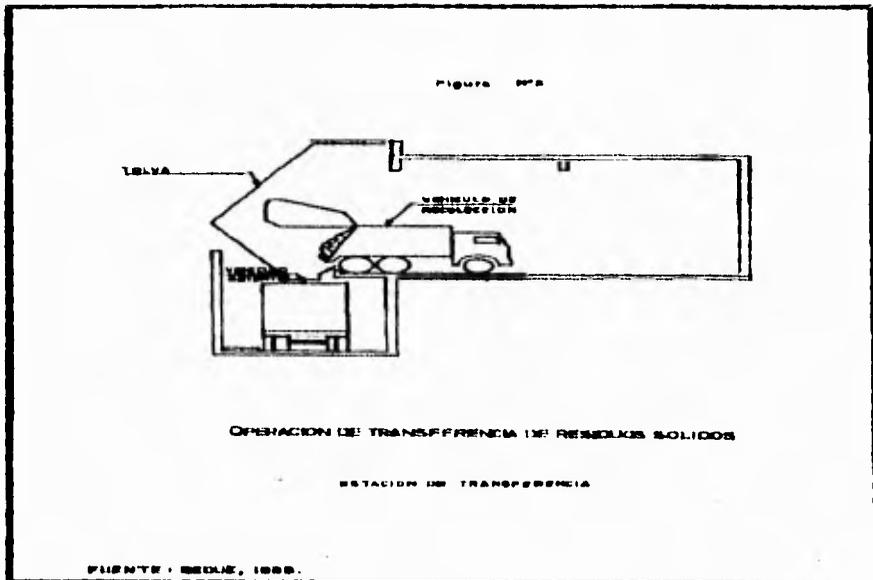
En esta etapa se tiene como propósito reducir los grandes recorridos de los vehículos recolectores y con ello los tiempos no productivos. De esta forma los residuos son transferidos de los recolectores a

tractocamiones, vehículos de mayor capacidad denominados trailers, que los transporta a la planta de tratamiento o a los sitios de disposición final. Esta operación se efectúa en las estaciones de transferencia.

Algunas veces, los camiones recolectores transportan los residuos al sitio de disposición final o a la planta de tratamiento. La distancia del transporte influye fuertemente en el costo del servicio, no solo por el transporte en sí sino también por la pérdida de tiempo. De aquí la necesidad de contar con estaciones de transferencia que permitan el ahorro de tiempos y movimientos.

Las estaciones de transferencia son las estructuras en las que se transfieren los residuos sólidos, éstas cuentan con accesos independientes tanto para recolectores como para tractocamiones. Subiendo una rampa los recolectores llegan junto a las tolvas, en tanto que los tractocamiones (transferencias) se colocan abajo de éstas para ser llenadas.

Las tolvas son la armazón que se utilizan para transferir los residuos de recolectores a tractocamiones. Estos últimos quedan en dirección a la salida (fig. 2).



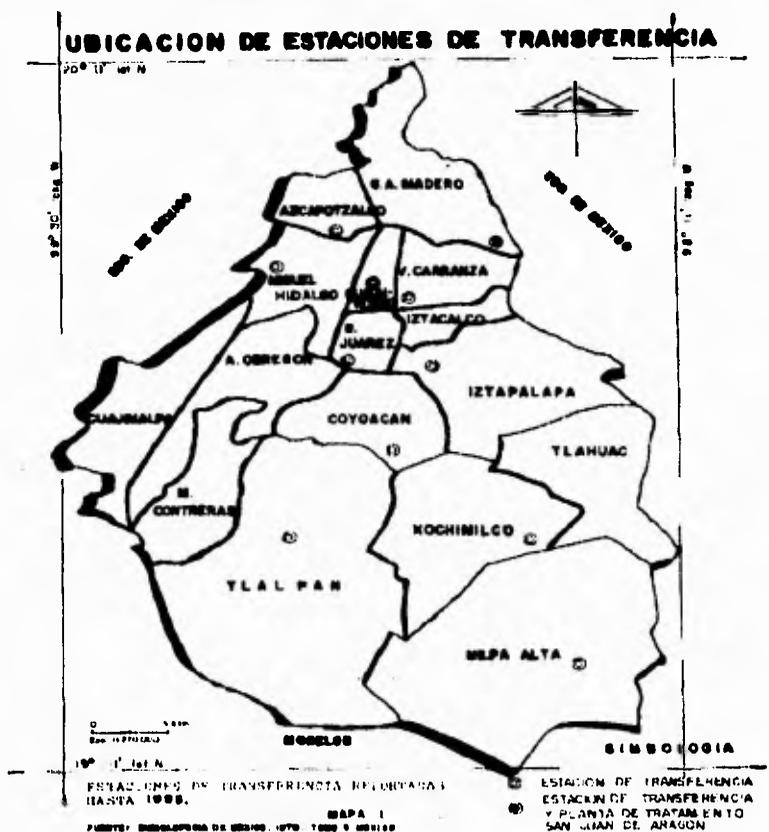
Cada tractocamión efectúa 4 viajes por turno de 8 horas. El parque vehicular para llevar a cabo esta operación hasta 1988 constaba de 115 tractores y de 133 cajas (I.N.A.P., op. cit.), cada una tiene una capacidad de 21 toneladas y son llenadas aproximadamente con 7 recolectores.

Esto significa, que en promedio cada estación de transferencia cuenta con 10 trailers en operación, trabajando a una capacidad de 840 ton/día y que en conjunto, las 11 estaciones transfieren

aproximadamente 9,500 ton/día. El resto de los residuos se presume no son recolectados formando tiraderos clandestinos por toda la ciudad. Esto si las estaciones de transferencia trabajan a toda su capacidad.

La técnica empleada para la transferencia de residuos es la denominada "carga directa" a través de tolvas y ranuras, cuya ventaja es el bajo costo de operación y mantenimiento.

Existen 11 estaciones de transferencia distribuidas dentro del Distrito Federal, en promedio una por delegación, y reciben el nombre de la delegación a la que pertenecen. Las estaciones de transferencia en operación son: Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Xochimilco, Coyoacán, Tlalpan, Milpa Alta, Gustavo A. Madero que se localiza dentro de la Planta Industrializadora "San Juan de Aragón" e Iztapalapa que se ubica en la Central de Abasto (mapa No. 1).



La distribución de las estaciones de transferencia en el Distrito Federal, fue considerando los siguientes criterios:

1. Cobertura, que se refiere al número de habitantes beneficiados dentro del área de influencia de la estación de transferencia.

2. Vialidad, indica la capacidad de las avenidas (número de carriles) y el flujo vehicular. Esto significa que la maniobra de los trailers y de los recolectores al entrar a las estaciones de transferencia y, en algunos casos, en su espera, no deben de entorpecer la vialidad diaria.

3. Uso del suelo, no se tiene una clasificación propia para estaciones de transferencia, lo único que permite su construcción es que el suelo este destinado a la misma construcción.

Los datos antes mencionados, están dados hasta 1989. Para 1993 la infraestructura de transferencia se modificó de la siguiente manera: desapareció la estación de transferencia de Gustavo A. Madero y entraron en operación dos estaciones nuevas, la primera en la delegación Álvaro Obregón y una segunda en la delegación de Iztapalapa y para 1994 vuelve a entrar en operación Gustavo A. Madero y desaparece la de Azcapotzalco.

1.3.5 Tratamiento.

Se refiere a la transformación o conversión de los residuos orgánicos en otros productos útiles, a través de métodos físicos, químicos o bioquímicos.

De los métodos físicos se consideran la trituración, pulverización y la compactación; en los métodos químicos se contemplan la incineración, pirólisis, hidrogenación, oxidación, e hidrólisis y de los métodos bioquímicos está la degradación biológica (aeróbica y anaeróbica).

Estos métodos son utilizados en países desarrollados, por ejemplo la Comunidad de Estados Independientes obtiene alcohol y ácido acético de residuos agrícolas por el método de hidrólisis.

El Distrito Federal contaba con la Planta Industrializadora de San Juan de Aragón, única en la ciudad, y en ella se desarrolló la incineración y la degradación biológica.

Esta planta se instaló en 1974 sobre una superficie de 20 Ha. y con una capacidad de 750 ton/día, de manufactura extranjera (francesa) y de tecnología atrasada al ser adquirida por México; de reciente adquisición, la planta dejó de funcionar por más de una década por falta de refacciones.

Para mediados de los 80's. se producía composta por degradación biológica a una capacidad inferior a la proyectada; al parecer la producción se canceló por no tener mercado para su comercialización. A partir de 1989, a través de la Dirección General de Servicios Urbanos y con la supervisión de una empresa particular, se intentó hacerla funcionar en la etapa de incineración, pero el proyecto no funcionó y éste se canceló. Así que, todo hace suponer que en la actualidad la planta no funciona como tal.

Los planes para el inicio de esta década, en cuanto a infraestructura de tratamiento es la construcción de 3 plantas de selección y aprovechamiento de subproductos en Santa Catarina, G.A. Madero (antigua

planta Industrializadora) y Bordo Poniente. En este último se está concluyendo la construcción de una planta de tratamiento de lixiviados.

Los métodos de incineración y degradación biológica se explican a continuación:

- ◆ **Incineración.**

A través de este método se permite la recuperación de la energía en forma de vapor y electricidad. La operación consiste en quemar los residuos de tal forma que los productos obtenidos estén esterilizados y que los gases de salida no produzcan contaminación.

- ◆ **Degradación biológica.**

La degradación biológica se basa en la transformación de la materia celulósica de los residuos sólidos por microorganismos que la convierten en glucosa y otros productos orgánicos, puede ser en presencia de oxígeno (aeróbico) o en ausencia de éste (anaeróbico).

Digestión aeróbica. Se basa en la fermentación bacteriana de materia orgánica en presencia del aire. Los agentes de este proceso son organismos termofílicos aeróbicos y el producto es de tipo húmico.

Los residuos sólidos orgánicos, tales como los urbanos o municipales, agrícolas, los de la industria de la alimentación y las aguas negras que se fermentan, son los óptimos para la elaboración de composta.

El producto de este proceso se utiliza como corrector de suelos para la agricultura, como soporte de fertilizantes y para la manufactura de ciertos compuestos.

Digestión anaeróbica. Se trata la fracción orgánica de los residuos sólidos con bacterias anaeróbicas en donde se transforma la celulosa en una mezcla de gases en la que predomina el metano. La fase sólida residual de este proceso tiene aplicación en la agricultura como corrector de suelos.

1.3.6 Recuperación y reciclaje.

La separación y concentración selectiva de materiales incluidos en los residuos son la operación básica de los métodos de aprovechamiento.

Por recuperación se entiende el rescate en su forma original de materiales incluidos en los residuos para reutilizarlos de nuevo con los mismos fines o con posibilidad a otras aplicaciones secundarias, a esta reutilización se le denomina reciclaje.

Los trabajadores del servicio de limpia separan algunos materiales durante el barrido, la recolección y el transporte; luego los venden en centros de acopio y éstos a su vez a las industrias que los reciclan. Los subproductos recuperados principalmente son: cartón, envases de vidrio, de plástico y de aluminio, restos de cobre y latas.

Por otro lado, existe un grupo más o menos organizado, que trabaja en los sitios de disposición final, ellos son los pepenadores, organizados en sindicatos (Castillo, 1983).

Estos grupos rescatan infinidad de materiales de entre los residuos, como son: cartón, papel (sí está limpio), envases de vidrio, de plástico y de aluminio, diversos metales, restos de tela y huesos, los que pueden ser comercializados a través de sus dirigentes en centros de acopio y o directamente a las industrias recicladoras.

Los centros de acopio son los lugares que se encargan de recibir los subproductos derivados de la pepena. En la ciudad existen este tipo de depósitos pero no se tienen cuantificados, ni ubicados, y se ignora el tipo de subproductos y la cantidad que reciben.

1.3.7 Disposición final.

Se refiere a la etapa en la que los residuos sólidos finalmente son depositados en un sitio que puede ser o no controlado.

Los sitios de disposición final pueden ser tiraderos a cielo abierto, también llamados vaciaderos abiertos o vertederos libres, y los rellenos sanitarios conocidos también como vertederos controlados o terraplenes de saneamiento. Cualquiera de éstas denominaciones es correcta, ya que sólo depende del país el nombre que se le asigne al sitio, pero la técnica no cambia.

Los tiraderos a cielo abierto, es el método más antiguo y rudimentario para hacer desaparecer la basura en apariencia. El procedimiento consiste solo en descargar los residuos sin control, en excavaciones antiguas, canteras abandonadas o terrenos apropiados por su configuración. Otras veces estos depósitos se localizan a orillas de ríos, en inmediaciones de bosques y hasta proximidades de carreteras y, con mucha frecuencia, están aledaños a los centros urbanos, pero fuera de ellos, en donde llegan los camiones recolectores y vacían la basura, acumulándola por tiempo indefinido y formando enormes pilas. En algunos casos, el control de estos tiraderos está a cargo de personas que viven de la selección de los subproductos, los pepenadores. El crecimiento de estos tiraderos esta en función del crecimiento de la población en los centros urbanos.

En el Distrito Federal surgieron los tiraderos en la década de las 40's, Santa Cruz Meyehualco, fue el primero, lo que le permitió ser el más grande y con el tiempo el más antiguo; ante el crecimiento acelerado de la población y como respuesta a las necesidades de la misma se creó Santa Fe, que funcionó desde 1958; y que hasta principios de los 80's funcionaron como únicos, fueron manejados por los pepenadores representados por un líder, el que se denominó líder sindical y al que se le conoció como el "rey de la basura".

Ante el manejo inadecuado de la basura, que dió lugar a serios problemas ambientales, como los frecuentes incendios incontrolados, los malos olores y la proliferación de la fauna nociva entre otros problemas; el D.D.F. tuvo la necesidad de clausurar los tiraderos y crear los rellenos sanitarios. A través de un convenio con el líder de la basura, se llevó a cabo el cierre permanente de los tiraderos a cielo abierto.

Es a principios de la década de los 80's cuando D.D.F. a través de la Dirección General de Servicios Urbanos, se hizo cargo del control, manejo y disposición final de la basura; así como de la clausura de los tiraderos a cielo abierto existentes hasta ese momento en el Distrito Federal.

En 1983, Santa Cruz Meychualco fue clausurado y de manera temporal y conveniente entre autoridades y pepenadores se abrieron San Lorenzo Tezonco y Santa Catarina.

De 1983 a 1987, funcionaron además de Santa Fe los tiraderos de Bordo Xochiaca, Tlalpan y Tláhuac.

En 1985 inicia la operación el relleno sanitario Bordo Poniente y Santa Catarina pasa a ser un tiradero controlado. En 1987 se concluye el trabajo de clausura de los tiraderos con el cierre de Santa Fe, y se abre el relleno sanitario de Prados de la Montaña.

De esta manera, con la clausura de los tiraderos surgen los rellenos sanitarios, controlados por las autoridades de Servicios Urbanos, como una opción técnica a la disposición final de los residuos sólidos.

Un relleno sanitario, según la definición de la Sociedad Americana de Ingenieros de Obras Públicas es "el método de eliminación de basura en tierra por el que no se originan molestias ni riesgos para la salud o la seguridad pública, al seguir principios de ingeniería para depositar la basura en la zona práctica de menores dimensiones, para reducirla al volumen práctico mínimo y para recubrirla con una capa de tierra al término de cada jornada o a los intervalos más frecuentes que resulten necesarios" (López, et al., op. cit.).

En el relleno son depositados los residuos ya clasificados y algunas veces triturados, siendo colocados en capas regulares, unos a continuación de otros, que se cubren con un manto de tierra. La fermentación aerobia descompone la materia y los residuos no fermentables permanecen bajo tierra.

De acuerdo a S.E.D.U.E. (actual S.E.D.E.S.O.L), para llevar a cabo la construcción de un relleno se deben considerar algunos parámetros o criterios (S.E.D.U.E., 1988), que permitan el mejor funcionamiento del proyecto dentro del entorno social y natural en el que se desarrolle.

Los parámetros considerados son los siguientes:

1. Generación total de residuos sólidos.
2. Compactación. Dependiendo del método se considera una compactación de 500 a 750 kg./m³ para celdas y de 500 a 1000 kg./m³ para capas.
3. Topografía. Es importante considerar el tipo de terreno plano, ondulado, accidentado o si es un banco de material abandonado en el que se puedan desarrollar los diferentes métodos (de trinchera y de área). De preferencia minas a cielo abierto abandonadas.
4. Geología. Se consideran terrenos con permeabilidades variables, desde arenas hasta arcillas. Que no sea un sitio fracturado o aflorado para evitar la fuga de lixiviados o biogás.

5. Pluviosidad. Lo ideal es que la evaporación exceda a la precipitación, aunque se consideran precipitaciones superiores a los 500 mm. anuales.

6. Edafología. Suelos sedimentarios con características areno-arcillosas, por que son poco permeables y reducen la posibilidad de infiltración de los líquidos; además, son suelos manejables para realizar cortes y excavaciones y son óptimos para utilizarlos como material de cubierta.

7. Material de cobertura. Que el material de cobertura sea suficiente en el sitio de la construcción y si no lo es, se deberán buscar bancos de material próximos al lugar, tomando en cuenta el costo de transporte.

8. Geoludrología. Que la presencia de mantos acuíferos se detecten a más de 30 metros de profundidad.

9. Hidrología superficial. Que no haya cuerpos de agua, no corrientes superficiales cercanos al lugar en donde se construirá el relleno sanitario.

10. Vientos dominantes. Que los rellenos se ubiquen en sentido contrario a los núcleos urbanos, para evitar que los vientos transporten el polvo, malos olores y microorganismos patógenos a la población.

11. Ubicación del sitio. Que los vertederos se ubiquen de 3 a 12 Km alejados de la mancha urbana.

12. Vías de acceso. Que la vialidad sea cercana al relleno y que éstas estén pavimentadas.

13. Tenencia de la tierra. Que el terreno sea propio.

14. Vida útil. Que el tiempo que dure en operación el relleno, sea mayor de 10 años.

Aunque algunos de estos criterios en la práctica no son considerados para la construcción de un relleno sanitario, existen dos métodos denominados: de área y de trinchera (fig. 3).

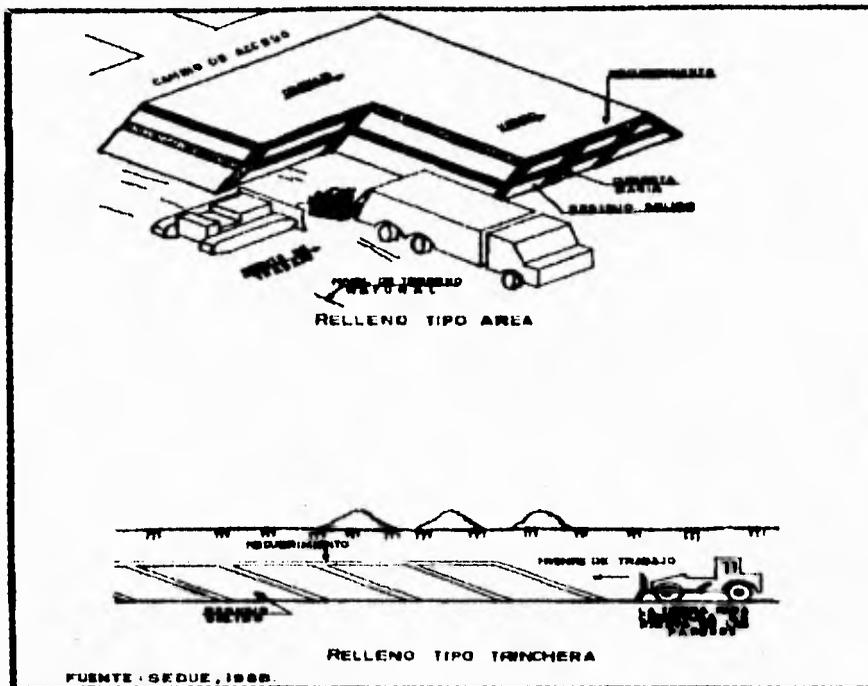


Figura N° 1

El método de área consiste en la distribución y compactación del volumen de basura diaria en el terreno, al término de la jornada se recubren los residuos con una capa de tierra de 15 cm. e inmediatamente se compactan. De esta manera, la basura de cada día forma una especie de elevación pudiendo crearse sucesivas elevaciones hasta llegar a formar un montículo; como ejemplo de esta técnica esta Bordo Poniente. Puede transportarse el material de recubrimiento, o bien traerlo de algún banco de préstamo. El llenado de una depresión natural (por ejemplo, barranco, hondonada, etc.) se lleva a cabo empezando por un extremo y formando montículos o celdas, de la misma manera que en el terreno liso, tal es el caso de Prados de la Montaña.

El método de trinchera consiste en la simple excavación de una trinchera para enterrar la basura. La excavación puede alcanzar hasta 12 metros de profundidad total, dependiendo de los mantos freáticos. Una vez depositada la basura en la zanja, ésta se extiende y se compacta al grado de conseguir la eliminación de bolsas de gas y aire, reducir al mínimo la sedimentación natural y evitar incendios. Este tipo de técnica no se realiza en los sitios de disposición final del Distrito Federal.

La compactación, el recubrimiento y el drenaje son las técnicas indispensables para un mejor relleno. La última capa de recubrimiento debe ser de un espesor mayor a 60 cm., bien compactada y con buen drenaje para evitar estancamientos.

Las capas de residuos deben tener un espesor de 1.5 a 2.5 m y recubrirlos con tierra, aunque es posible la fermentación, se impide la proliferación de roedores e insectos. Antes de las setenta y dos horas de la descarga de basura deberá ser cubierta con tierra, arena o cal, las ratas no pueden excavar por debajo de la tierra, debido a la existencia de hierros y cristales, además de que la temperatura de los residuos se eleva, habiendo poco oxígeno para su respiración y saturación de anhídrido carbónico, y cuando la temperatura desciende los alimentos ya fueron destruidos por la fermentación.

Un perfeccionamiento del sistema consiste en compactar la basura en el vertedero mediante compactadores autopropulsados o en triturar la basura con plantas especiales. En ambos casos, se consigue aumentar la densidad aparente, aunque el proceso de trituración es mucho más completo al preparar el producto para una rápida fermentación y ofrecer una mayor garantía en la ausencia de incendios y roedores.

CAPITULO 2 .
EL SUELO COMO RECEPTOR
DE RESIDUOS SOLIDOS .



"¿Que preferiria usted que se construyera en este lugar?
A un aeropuerto internacional para aviones de reacción;
B una planta de energia at6mica;
C un centro comercial, o
D una unidad habitacional de 3 000 viviendas para familias de clase
media .

Temas de:
Turk A., J. Turk, J. Willee , R. Willee .
1988. Tratado de Ecología Interamericana.
2a. ed. México. Pag. 8

CAPÍTULO 2

EL SUELO COMO RECEPTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

El suelo es uno de los ambientes naturales más susceptible de ser considerado en la problemática ecológica. Es necesario realzar su importancia como ecosistema armónico capaz de realizar sus propias actividades a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, interrelacionando tanto a los componentes bióticos como a los abióticos y cuya estructura se basa en la degradación, asimilación y desintegración de la materia. En él habita una gran variedad de flora y fauna, por lo cual es considerado como el ecosistema que aloja la mayor diversidad de organismos.

Owen dice: "el suelo se compone de algo más que material inanimado, como las rocas, el aire o el agua, posee mucho material vivo y representa al jardín zoológico y botánico más grande en una sola unidad" (Owen, 1986).

Esto significa que es tan vulnerable y fácil de alterar, como otros sistemas, cuando en él se depositan materiales ajenos. La disposición de residuos sólidos implica la alteración de los procesos físicos, químicos y biológicos, así como la sustitución de los animales y las plantas nativas de la región.

2.1 NATURALEZA DEL SUELO.

Conocer la naturaleza del suelo, en función de su composición física y biológica, y toda la gama de actividades complejas y simultáneas que en él se llevan a cabo, es fundamental, pues ese conocimiento permite destacar su importancia como ecosistema. El suelo como los otros elementos componentes del entorno natural está siendo afectado por la disposición de residuos sólidos. Esto significa que la basura, a la que poca importancia se ha concedido, es realmente un contaminante y alterador significativo de la naturaleza del suelo, pues las comunidades estrechamente ligadas e interrelacionadas a su medio circundante se ven alteradas ante objetos extraños, tanto por su calidad como por su cantidad.

En la figura 4 se muestra al suelo como ecosistema natural y se destacan los componentes y procesos más importantes de éste, como son las rocas cuya composición mineralógica e intemperismo (4.8) va a depender del contenido químico de ellas, más la presencia del agua y del aire que al combinarse dan lugar a reacciones físico-químicas diferentes. La materia orgánica también es importante pues el humus, que se encuentra en estado coloidal tiene la capacidad de adsorber iones -intercambio catiónico- (4.10); al igual que los coloides minerales, como las arcillas, pues son las partes más estables, en términos químicos del suelo y rigen la mayor parte de las reacciones químicas y bioquímicas del mismo que se llevan a cabo en los ciclos biogeoquímicos.

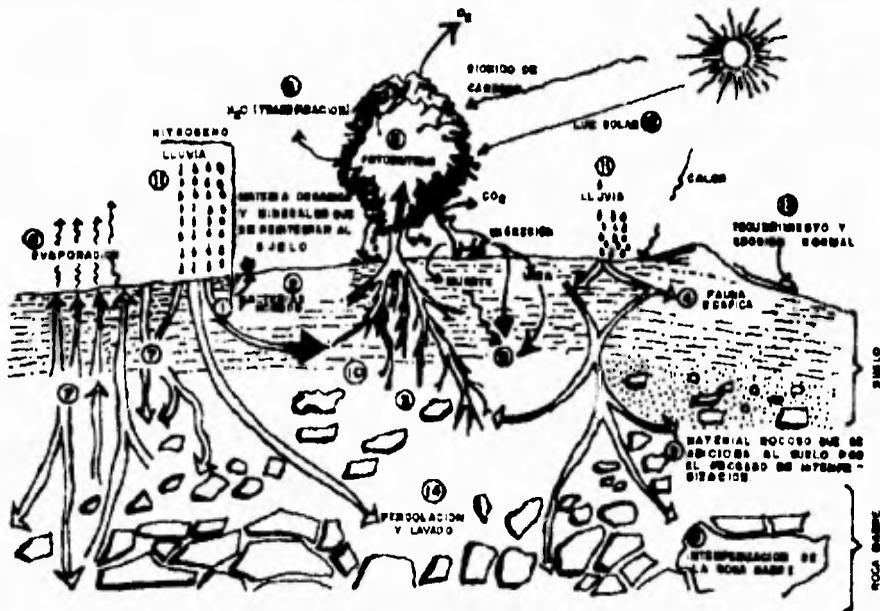


FIG. 4 EL SUELO, UN ECOSISTEMA EN EL QUE SE REALIZAN PROCESOS FÍSICOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

ELEMENTOS BIÓTICOS

BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO
 BACTERIAS DESINTEGRADORAS
 RAÍCES
 FAUNA EDÁFICA

ELEMENTOS ABIÓTICOS

ARCILLAS, ARENAS Y LIMOS
 FRAGMENTOS DE ROCAS
 AGUA
 AIRE
 HUMUS

PROCESOS BIÓTICOS

- 1.- FIJACIÓN DEL NITRÓGENO ATMOSFÉRICO
- 2.- DESINTEGRACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA POR BACTERIAS Y HONGOS
- 3.- FRAGMENTACIÓN DE ROCAS POR ACCIÓN RADICAL
- 4.- RECOLECCIÓN DE MATERIA Y APOORTE DE RESTOS Y DESECHOS ORGÁNICOS POR LA FAUNA EDÁFICA
- 5.- FOTOSÍNTESIS

PROCESOS ABIÓTICOS

- 6.- EVAPOTRANSPIRACIÓN
- 7.- CAPILARIDAD Y ADSORCIÓN
- 8.- INTemperismo DE ROCAS
- 9.- CICLOS BIOGEOQUÍMICOS
- 10.- INTERCAMBIO CATIÓNICOS
- 11.- PRECIPITACIÓN
- 12.- ENTRADA DE ENERGÍA SOLAR
- 13.- ESCURRIMIENTO Y EROSIÓN
- 14.- PERCOLACIÓN Y LAVADO.

FUENTE: Orta, O. (1966). (con modificaciones del autor).

Asociada a la materia orgánica esta la comunidad biótica, que se refiere a los animales y vegetales clasificados en microorganismos y macroorganismos, los que por su función en un sistema tan complejo forman una trama alimenticia armónica y acorde a las necesidades del mismo, pero que junto con el agua, el aire y los minerales cumplen una función importante en el suelo y le dan características propias a los suelos de cada región.

Los suelos en los que se depositan los residuos sólidos en los sitios de disposición final del Distrito Federal comparten características físicas similares, pues por lo menos su sustrato está compuesto de materiales de acarreo y en buena medida de arcillas que han de determinar en gran parte las reacciones físico-químicas del suelo.

2.2 LOS SUELOS EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.

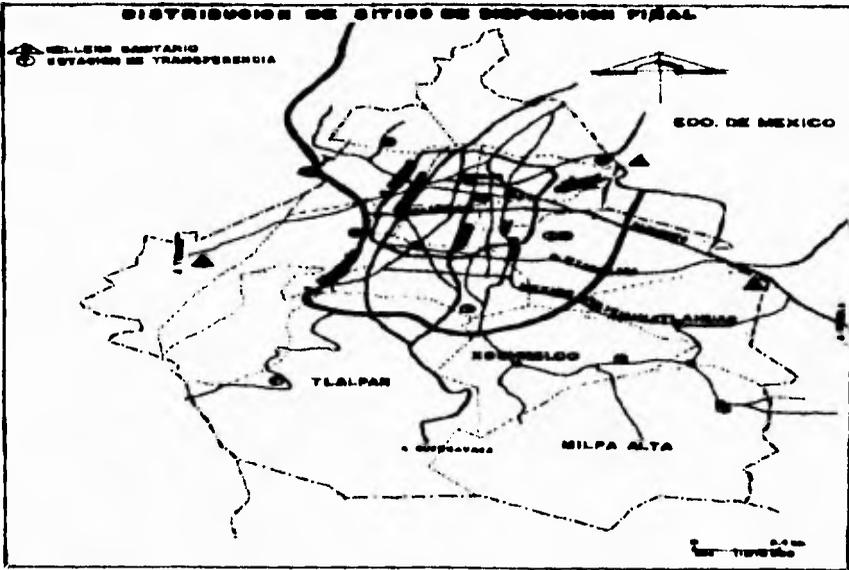
Las características físicas del Distrito Federal no son las ideales para la construcción de rellenos sanitarios o para la disposición de residuos en tiraderos a cielo abierto. De acuerdo a S.E.D.U.E. (1988) los sitios óptimos, para tal actividad, deben cumplir con ciertas características: poseer suelos sedimentarios, clima seco, ausencia o lejanía de corrientes superficiales y subterráneas y estar ubicados fuera de las ciudades y en sentido contrario a la circulación de los vientos; es importante mencionar que gran parte de la Ciudad de México se sitúa en suelos lacustres, los que fueron ocupados en la antigüedad por los hoy casi extintos lagos de México: Xaltocan, Zumpango, Chalco, Xochimilco y Texcoco. Estos suelos están compuestos por arcillas con un alto contenido de humedad; el resto de su superficie se extiende en las laderas de las sierras vecinas de origen volcánico de las que algunas son zonas de recarga, como es el caso de Tlalpat.

Los sitios en los que están dispuestos oficialmente los residuos sólidos, son: Bordo Poniente, Prados de la Montaña y Santa Catarina (mapa 2). Fueron elegidos próximos a tiraderos pero no se consideraron las condiciones ambientales y sanitarias necesarias. Por ejemplo, Bordo Poniente era tiradero de la delegación Venustiano Carranza, Prados de la Montaña se eligió por ser un enorme socavón próximo a lo que fue el tiradero de Santa Fe y Santa Catarina se inició como tiradero a cielo abierto al cerrar lo que fue el tiradero Santa Cruz Meyhualco. Bordo Poniente y Prados de la Montaña, son considerados rellenos sanitarios en buena parte de su construcción no cumplen con los parámetros o criterios establecidos por S.E.D.U.E. (actual S.E.D.E.S.O.L.)

La ubicación de los sitios en cuanto a su vialidad se refiere, están bien comunicados pues, el acceso para entrar a Bordo Poniente es por el Periférico Oriente, a espaldas del aeropuerto internacional Benito Juárez. Para Prados de la Montaña es por la avenida Paseo de la Reforma poniente y Santa Catarina esta comunicada por la carretera federal a Puebla y por la Autopista México-Puebla (Mapa 2A).

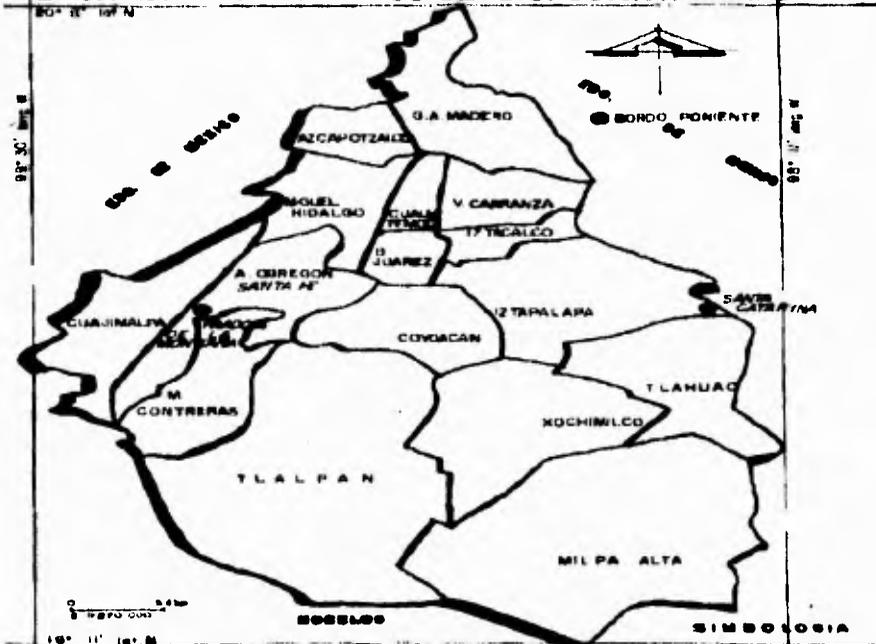
Las características de los sitios de disposición final de residuos sólidos, se describen a continuación.

DISTRIBUCION DE SITIOS DE DISPOSICION FINAL



FUENTE: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1960. ATLAS CARACTERISTICAS DE MEXICO. CIENAS. P. 60-62

LOCALIZACION DE SITIOS DE DISPOSICION FINAL



SITIOS DE DISPOSICION FINAL REPORTADOS HASTA 1960. MAPA B

FUENTE: INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1960. MEXICO.

- RELLENOS SANITARIOS
● TIRADERO CONTROLADO

2.2.1 Bordo Poniente

Este sitio es el primer relleno sanitario que se implementó en el Distrito Federal. Se ubica al noreste de la ciudad en la Zona Federal de la Comisión del Ex-Lago de Texcoco, en el municipio de Texcoco, Estado de México.

Tiene una superficie total de 233 hectáreas, dividido en 3 etapas; la primera con una superficie de 75 hectáreas, la segunda con 72 y la tercera con 86 hectáreas estimándose para cada etapa una vida útil de 6 años. En la actualidad se cuenta con una cuarta etapa con una superficie de 311 hectáreas, 90 de las cuales son para utilizar en época de lluvia y el resto en época de estiaje. Esta etapa cuenta con infraestructura, a diferencia de la principal etapa en la que tuvieron que construirse los caminos de acceso.

El relleno sanitario recibe en promedio 2 212 ton/día de residuos que proceden de domicilios, mercados y comercios de las delegaciones G. A. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco, Azcapotzalco y Xochimilco, así como de la Central de Abasto, el municipio de Texcoco y el desazolve de la D.G.C.O.H. En este sitio no está permitida la pepena, esta medida fue tomada por las autoridades para poder llegar a un convenio de común acuerdo con los pepenadores.

Los terrenos que ocupa Bordo Poniente están concesionados por la Comisión del Exlago de Texcoco de la S.A.R.H. hubo que sanearlos, pues esta zona se encontraba invadida en un 70% por aguas negras procedentes de la ciudad.

El suelo en el que se depositan los residuos sólidos, es lacustre como resultado de la desecación del Lago de Texcoco. De acuerdo a la carta de DETENAL (1978) es *Solonchak gleyeo* de textura fina, con alto contenido de arcillas, clasificado como suelo intrazonal halomórfico -suelos que se inundan periódicamente durante todo el año-. Son suelos que se han formado más que por la influencia del clima y la vegetación por las condiciones locales.

Los suelos son de origen volcánico, formados por acarreo aluviales. Son suelos *sódico-salinos* (D.D.F., 1986), con alto porcentaje de sodio intercambiable, salinidad y alcalinidad elevadas y pH de 9 a 11. Estas propiedades se acentúan con la presencia de lixiviados, pues éstos suelos comparten características similares con el sustrato que los contiene, se eleva el pH y hay una mayor concentración de sales.

La textura fina, desde el punto de vista físico no cambia, pues la grava no puede cambiar a arena ni la arcilla a aluvión, la textura del suelo de Bordo Poniente es arcillosa; sin embargo, la capacidad de intercambio catiónico (fig. 4.10), si se altera pues la aportación de ácidos orgánicos debido a la degradación de la materia orgánica contenida en la basura puede cambiar la composición del suelo, y en algunos casos mejorar la textura, sobre todo en suelos arcillosos.

2.2.2 Prados de la Montaña.

Se ubica al poniente de la ciudad, en Avenida del Coral s/n en Santa Fe en la delegación Álvaro Obregón.

Prados de la Montaña fue seleccionado para relleno sanitario por ser un socavón de una ex-mina, ubicado entre lomeríos.

Inició sus operaciones en 1987, como resultado de la clausura del antiguo tiradero de Santa Fe. Tiene una superficie de 22.6 hectáreas en la que se depositan 2 500/ton/día aproximadamente; se estima una vida útil de 7 años. Las delegaciones que depositan sus residuos en la zona son: Azcapotzalco, Benito Juárez, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo.

El deterioro ambiental ha sido resultado del depósito de basura, y la explotación de materiales para la construcción. Sobre todo por que la zona de Santa Fe es una región dedicada a la explotación de materiales pétreos.

La preparación del terreno requirió de la excavación y nivelación del sitio y de colocar una capa de arcilla compactada para que sirviera como impermeabilizante.

2.2.3 Santa Catarina.

Santa Catarina es un tiradero en proceso de clausura, localizado en la ladera oriental del volcán "La Caldera", entre la autopista México-Puebla y la carretera libre a Puebla, en la delegación Iztapalapa (mapa 2). El terreno tiene una superficie de 32.5 hectáreas, de las que aproximadamente 15 se encuentran en la ladera del volcán. Cuenta con caminos interiores que sirven para distribuir los residuos sólidos en toda el área. Esta zona estaba constituida por 7 depresiones, las que actualmente ya están rellenas por los residuos sólidos y cubiertas por tepetate.

El tiradero inició sus operaciones a finales de 1982. Recibe en promedio 2 500 ton/día. Las delegaciones que depositan sus residuos sólidos son: Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztapalapa, Iztacalco y los municipios del Estado de México.

Prados de la Montaña y Santa Catarina tienen el mismo tipo de suelo, originado por acumulación de material volcánico. De ambos sitios se puede explotar toba y brecha volcánica basáltica.

La dinámica del suelo y la actividad física, química y biológica, así como la actividad humana, no alteran la textura del suelo, por lo menos en el lapso de la vida de un ser humano. Tal es el caso de Prados de la Montaña y Santa Catarina donde la textura no cambia; La estructura en cambio, si se puede modificar pues la aportación de materia orgánica favorece la formación de agregados individuales y reduce la plasticidad del mismo (Borremiszka, op. cit.); sin embargo, una serie de fenómenos que dependen de la estructura se alteran con el excedente de materia orgánica aportada por el continuo depósito de los residuos sólidos. De esta propiedad física dependen el movimiento del agua o percolación, la evaporación.

la transferencia de calor, la aireación, el intercambio gaseoso y la porosidad. Una actividad química que también se modifica, es el intercambio catiónico.

2.3 MODIFICACIONES EN EL SUSTRATO EDÁFICO.

La disposición de los desechos sólidos en los sitios mencionados afectan de diversas maneras a los procesos naturales del suelo. Las principales modificaciones ocurren en relación a :

a) Movimiento del agua o percolación.

b) Evaporación.

c) Transferencia de calor.

d) Aireación.

e) Intercambio gaseoso.

f) Porosidad.

g) Intercambio catiónico.

a) El movimiento del agua. Se refiere a la circulación del agua a través de los horizontes del suelo, denominada percolación.

La percolación (fig. 4.14), produce la pérdida de sales solubles (lavado o lixiviación) y esto es parte del proceso natural; sin embargo, cuando el ecosistema es alterado acumulando grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, el proceso de lixiviación involucra al lavado de basura que transporta ácidos orgánicos, metales pesados (como el plomo) y ácidos (como el sulfúrico contenido en las baterías), fracción orgánica, sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) (Juárez, et al., s.a.).

b) Evaporación, la pérdida de humedad, ya sea por evaporación del suelo y transpiración (fig. 4.6) a través de las plantas se debe a la temperatura y al viento; se considera normal si el suelo funciona como ecosistema, pero al ser alterado con la disposición de residuos sólidos, la humedad aumenta pues la capacidad de retención es mayor por la presencia de materia orgánica contenida en los desechos. La evaporación del suelo concluye, pues es ahora la basura la que ha de evaporar su humedad, despidiendo con ello malos olores y aumentando la dispersión de microorganismos patógenos, así como la transpiración se inhibirá pues la vegetación natural se extinguirá. En los sitios de disposición final la vegetación no se ha desarrollado porque el lixiviado la inhibe, el biogás la quema y la basura la desplaza.

c) La transferencia de calor. En condiciones normales, la temperatura del suelo debe favorecer ciertos procesos; por ejemplo, la nitrificación no empieza hasta que la temperatura ambiente alcance 4.5°C, siendo sus límites óptimos de 26° a 32°C. Las temperaturas óptimas para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas varía ampliamente y en el caso de un suelo invadido por residuos la temperatura se puede elevar hasta 80°C (Deffis, 1989), óptima para la generación de biogás lo que inhibirá el desarrollo de la vegetación.

La temperatura del suelo varía por la energía resultante de los procesos anaeróbicos, ya que esta energía no es aprovechada por los habitantes del suelo pues gran parte de ellos se habrán abatido.

d) La aireación se refiere al paso del aire atmosférico al suelo, actuando como una especie de ventilación continua. Se deduce que la presencia de residuos sólidos interfiere en esta aireación. Un suelo mal aireado, elimina la función fijadora de algunas bacterias (fig. 4.1), sin embargo entran en función otras, que en ausencia del oxígeno producen metano (CH₄).

d) El intercambio gaseoso (fig. 4) es un proceso como todos los demás, complejo; en él intervienen plantas y microorganismos en la producción de oxígeno (O₂) y bióxido de carbono (CO₂). Este intercambio gaseoso se ve alterado ante la presencia de la basura pues durante su descomposición, la necesidad de oxígeno aumenta, así como la presencia de ciertas bacterias aeróbicas y anaeróbicas que alteran el contenido de gases en el suelo predominando en la última fase de la degradación la presencia de metano (CH₄) y ácido sulfhídrico (H₂S), así como otros componentes que contaminan el suelo.

Debido a la gran cantidad de reacciones en cadena que se desarrollan en el suelo, la actividad gaseosa se ve interrumpida o deformada. El intercambio que existe entre la atmósfera y el suelo cesa por invasión de basura; se inhiben los procesos bioquímicos, se anula la absorción de agua y nutrientes; y, se acumulan compuestos tóxicos, que se generan de una fermentación anaeróbica, como resultado de la descomposición incompleta del azúcar, metano, ácidos orgánicos (láctico, butírico y cítrico) y compuestos nitrogenados.

El intercambio gaseoso esta estrechamente relacionado con los ciclos biogeoquímicos, que más adelante se explican y cuyo contenido se muestra en la fig. 4.

f) La porosidad del suelo. Los espacios intersticiales de un suelo natural están ocupados por aire y agua, pero con la disposición de residuos y la degradación de la materia orgánica los poros se ocuparán con metano y el agua lavará los residuos transportando, entre otros contaminantes, metales pesados y ácidos orgánicos denominados lixiviados.

g) Intercambio catiónico. La capacidad de intercambio catiónico se altera, por la aportación de ácidos orgánicos debido a que la degradación de la materia orgánica contenida en la basura puede cambiar la composición del suelo y retener mayor humedad. Según (Bornemisza, 1982) los ácidos húmicos inmovilizan las sustancias minerales y la unión de la materia orgánica con la fracción inorgánica mediante cationes intercambiables bloquea posiciones de cambio y así puede ocurrir que la destrucción de dicha materia aumente la capacidad de cambio catiónico de un suelo. Si los compuestos orgánicos exceden la capacidad edáfica, éstos migrarán hacia los acuíferos produciendo contaminación debido a la presencia de ácidos orgánicos, metales pesados, sólidos totales, etc.

Muy ligados a algunos organismos están los ciclos biogeoquímicos, importantes porque existe una estrecha relación con todas las funciones antes mencionadas.

2.4 ALTERACIONES EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS.

A medida que la materia orgánica sufre cambios enzimáticos se liberan principalmente el bióxido de carbono y agua; algunos elementos como el nitrógeno en forma de nitratos, se acumulan y después desaparecen, sean o no aprovechados por la comunidad.

Los productos simples que resultan de la actividad de los microorganismos del suelo son: carbono, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo. Estos elementos están sujetos a un reciclaje entre la atmósfera, los organismos y el suelo, fenómenos denominados ciclos biogeoquímicos.

2.4.1 Ciclo del carbono.

El carbono es el principal constituyente de la materia orgánica. A través de la fotosíntesis las plantas toman bióxido de carbono de la atmósfera y agua transformándolos en azúcares; así los consumidores aprovechan las plantas y de éstas asimilan sus componentes químicos, los que acaban convirtiéndose en bióxido de carbono y agua mediante la respiración de los organismos autótrofos que los consumen.

La basura altera el ciclo del carbono al inhibir el desarrollo de la vegetación natural, por relleno de los poros del suelo, lo cual provoca su impermeabilización y la disminución de oxígeno (O₂) libre.

2.4.2 Ciclo del oxígeno.

La principal fuente es el oxígeno atmosférico. El ciclo se encuentra en varias formas: como oxígeno molecular (O_2) en la atmósfera; en el bióxido de carbono gaseoso (CO_2). El oxígeno es tomado por todos los organismos y por combustiones y se libera bióxido de carbono a la atmósfera y es tomado por las plantas. Entonces sintetizan compuestos orgánicos (fotosíntesis) (fig. 4.5.) y como producto de desecho liberan oxígeno (O_2) que es utilizado por los animales. La basura inhibe la fotosíntesis y la producción de oxígeno (O_2) y en cambio aumenta el bióxido de carbono (CO_2).

2.4.3 Ciclo del nitrógeno.

El nitrógeno es el principal componente de las proteínas necesario para las plantas y los animales. Existe 4 veces más nitrógeno (78%) en la atmósfera que oxígeno (21%) y la mayoría de los organismos pueden aprovechar de manera directa el oxígeno, pero son pocos los que en forma directa pueden utilizar el nitrógeno atmosférico. Por lo que el ciclo del nitrógeno presenta los enlaces entre la atmósfera, el suelo y las comunidades biológicas (fig. 4.1).

Los relámpagos y las bacterias fijadoras de nitrógeno transforman el nitrógeno molecular (N_2) en formas utilizables por los organismos (nitritos y nitratos). Una vez asimilado por las plantas, el nitrógeno forma proteínas que, pasan a los consumidores; éstos lo devuelven al suelo en forma de orina, heces o restos de organismos desintegrados por las bacterias (fig. 4.2).

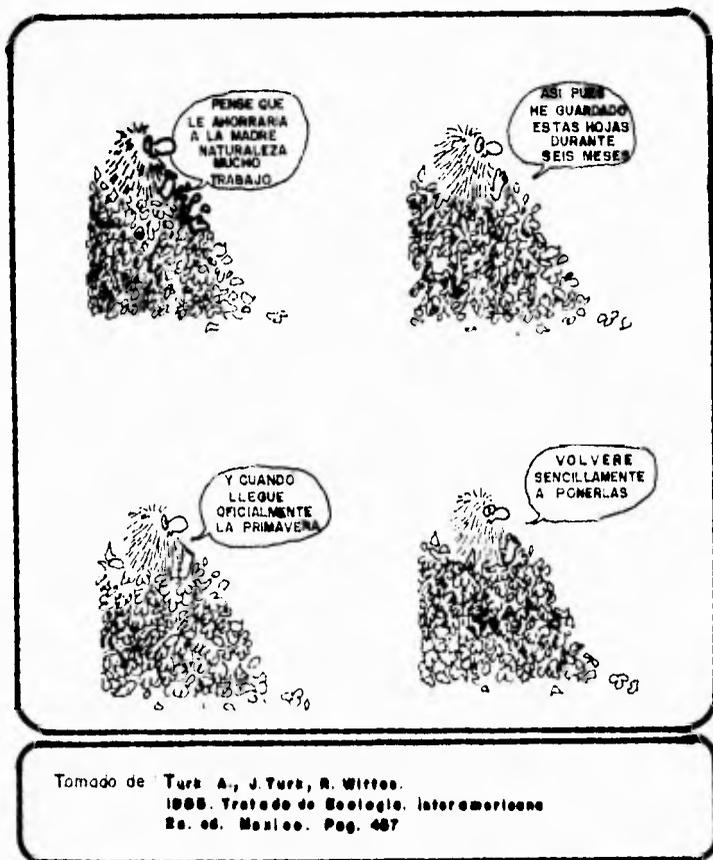
Las bacterias descomponen los residuos y los convierten en compuestos simples amoniacales (NH_4) por un proceso conocido como amonización. Las nitrosobacterias, entre las cuales se incluyen las nitrosomas, convierten luego los compuestos amoniacales en sales nítricas.

Un tercer grupo de bacterias transforma los nitritos (NO_2) en nitratos (NO_3), y finalmente la planta absorbe nitratos solubles del suelo. También están las bacterias fijadoras del nitrógeno que viven en el suelo y que fijan el nitrógeno contenido en la atmósfera edáfica (Owen, op. cit.).

Con la basura se favorece la producción de aminas y compuestos nitrogenados gaseosos y amoniacales que pasan a la atmósfera y no son nitrificados debido a la ausencia del oxígeno ocasionada por la proliferación de organismos anaeróbicos, que generan biogás.

En consecuencia, la alteración de los ciclos biogeoquímicos son el resultado de cambios físicos y químicos en la naturaleza del suelo debido a un aporte continuo de lixiviados altamente contaminantes, que en sustratos arcillosos producen un importante intercambio catiónico. "Las propiedades químicas y físicas de los suelos son controladas, en gran parte por la arcilla y el humus, actuando como centros de actividad a cuyo alrededor ocurren reacciones químicas y cambios nutritivos" (Buckman, 1977).

CAPITULO 3
CONTEXTO SOCIOECONOMICO



CAPÍTULO 3

CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

Es bien cierto que muchos de los acontecimientos tecnológicos que día con día surgen, contribuyen al desarrollo de nuestra sociedad; el problema es que, la mayoría de ellos repercuten en el buen aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, lo que nos conduce al deterioro ecológico del ambiente.

Por otro lado, la industrialización de las sociedades modernas y el fenómeno consumista de las mismas, conlleva entre otros problemas, a la generación de una diversificación de materiales de desecho, a los que hay que darles un tratamiento o disponerlos en algún sitio. La cuestión es que en ambos casos se requieren de tecnologías adecuadas y un buen manejo de los mismos, sin embargo de ello se carece.

Más que el tratamiento de los residuos sólidos, es su manejo adecuado, desde su punto de generación, que permita eliminar los grandes volúmenes de basura que se generan diariamente en la gran ciudad; pues éstos representan, serios problemas de contaminación al ambiente, falta de espacio geográfico para disponerlos, sin contar que las características físicas del Distrito Federal no son las idóneas para establecer vertederos; y, por otro lado, la repercusión a nivel general en el deterioro y agotamiento de los recursos naturales, de los que de muchos de ellos resultan los residuos sólidos.

3.1. RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO URBANO Y LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

El Distrito Federal cuyas bases se asientan en el hoy extinto Lago de México, legado de una enorme herencia histórica, que refleja su grandeza en el florecimiento de la Gran Tenochtitlán; después en la Nueva España, y, posteriormente, en la época independiente y hasta nuestros días, permitió su consolidación como la gran capital del territorio mexicano, en donde en la actualidad, se concentran los poderes públicos, económicos, de comercio y de producción industrial, con la subsecuente problemática relacionada con la producción y manejo de la basura.

Aquí se establecen el 56% de los empleos fabriles, el 40% de los empleos públicos federales y por ende se concentra el 10% de la población del país (Martha Elena, 1987), la que genera 11 000 toneladas diarias de basura.

El crecimiento demográfico va acompañado de la expansión espacial de la ciudad y esto no es más que el resultado del desarrollo económico del país.

En 1920 se recogían más de 375 ton/día de basura y se disponían en cuatro tiraderos municipales, entre ellos el tiradero de Zoquiapa.

Durante las administraciones de Lázaro Cárdenas y Ávila Camacho se promovió la ocupación de tierras ejidales y comunales, se fraccionaron estos terrenos para pasar a ser propiedad privada, tal ocupación siguió un proceso de invasión-expropiación y regularización. Cárdenas estableció las primeras colonias proletarias en la zona norte como fueron Álvaro Obregón, 20 de Noviembre, Mártires de Río Blanco, Progresista, Revolución, Gertrudiz Sánchez, etc. Más tarde se agregaron las colonias Flores Magón, 1o. de Mayo, Pensil, Granada, Felipe Ángeles y otras más. El paracaidismo fue una acción sorpresiva para ocupar terrenos comunales o ejidales de manera ilegal (1946), además de propiedades del Estado y en algunos casos propiedades privadas.

A partir de 1940 hasta 1954 se inició el proceso de concentración del ingreso económico que incentivado por el crecimiento de la industria en la región, consolidó un modelo urbano segregado, que tiene sus raíces en el porfiriato y cuya estructura responde a la distribución del ingreso, destinándose el poniente y sur de la ciudad a las clases privilegiadas y las zonas norte y oriente a las colonias populares. Y en donde se declaraban ilegales las invasiones se realizaban desalojos, un ejemplo de ello fue en la Hacienda de los Morales, cuya propiedad estaba destinada a grupos privilegiados. En este periodo la mancha urbana ocupaba únicamente la zona lacustre y ya la basura constituía un serio problema de contaminación.

La concentración del ingreso, la industrialización y por ende la concentración de la población produjo cambios radicales en el uso del suelo. Aproximadamente el 60% de las casas-habitación en la zona urbana en su momento histórico, fueron propiedades ejidales o tierras comunales, las que de manera ilegal fueron ocupadas y su regularización estuvo apoyada por grupos que sustentarian el poder a través de estos movimientos (PRI-PRM).

En el interior de la ciudad se abrieron espacios para construir las primeras unidades multifamiliares en beneficio de trabajadores vinculados a grandes centrales sindicales. En 1941 se movilizaron entre 600 y 800 ton/día de basura.

En 1943 se transportaban a los tiraderos entre 800 y 1 000 ton/día de residuos sólidos y el servicio de recolección se amplió a colonias como: Mechoacán, Asturias, Janitzio, Chapultepec y Polanco. Un año después el servicio lo recibieron las colonias: Moctezuma, Tránsito, Vista Alegre, Merced, Balbuena y Río

Blanco. En 1946, la ciudad depositaba sus residuos en los tiraderos de: La Magdalena Mixhuca, Santa Catarina, Bramaderos, La Modelo, Dos Ríos, Nativitas, Independencia y Pedregal.

Para el período de los 50's se limitó la formación de colonias en el distrito Federal, lo que produjo el primer gran desbordamiento del área urbana sobre los municipios colindantes con el Estado de México.

El poder de compra concentrado en la clase media se dirigió a la adquisición de casas en nuevos fraccionamientos como Satélite y Echeagaray, así como en Iztapalapa al pie del Cerro de la Estrella; además Monte Alto y Monte Bajo, alrededor de Ciudad Satélite, se vieron afectadas por los asentamientos humanos. A finales de este período, se recolectaron aproximadamente 2 000 ton/día de desechos.

Para 1960-1967 se dan cambios importantes en el uso del suelo de la ciudad; se reduce la producción y las actividades agrícolas; y se generan los primeros mecanismos para el financiamiento de viviendas en el que participan, por un lado, los particulares y, por el otro, el Estado; pero éste pierde su papel rector en este plano quedando a merced de los particulares y se construye de manera anárquica, produciendo una desarticulación urbana; se reducen las áreas verdes y las tierras agrícolas, se entorpecen los servicios urbanos, se invaden suelos en áreas difíciles de urbanizar y áreas de reserva y se concentra más población. En esta década la basura representaba un serio problema, pues los ríos como Piedad, Churubusco y San Joaquín, entre otros, así como terrenos baldíos constituían el depósito clandestino de basura de muchas colonias, que sin control continuaban apareciendo.

En este período se invaden los terrenos del antiguo Lago de Texcoco, que son suelos salinos y secos y que hasta antes de la urbanización, éstos eran explotados para la obtención de sal.

Hasta esta década, muchos de los envases de líquidos eran de vidrio e intercambiables lo que aminoraba los grandes volúmenes de basura que se generaban día con día en la ciudad y sus alrededores; además los empaques eran biodegradables, como el papel y el cartón. En los 70's se da un cambio radical en la economía. El "boom" del petróleo conlleva a la producción de una gran variedad de plásticos, eso dirige a los empresarios a la producción de envases no retornables y por ende a la acumulación de ellos en los tiraderos. Las bolsas de plástico de diferentes presentaciones se hacen cada vez más usuales, así como una gran variedad de productos de plástico cuya vida útil se ve limitada y con ello a partir de esta etapa hay un despilfarro de los recursos convertidos en basura.

Para finales de los 70's se consolida la urbanización de las delegaciones centrales, fundamentada en la invasión-expropiación-regularización, de esta manera se desarrolla la gran Ciudad de México y a mediados de la década la generación de residuos se estimó en 7 000 ton/día, además se inició la construcción de las estaciones de transferencia, siendo la primera la Miguel Hidalgo.

A principios de los 80's, se estimó una generación de 9 300 ton/día de basura y para principios de los 90's se estima que los residuos sólidos alcanzan cifras estratosféricas de 11 000 ton/día de desechos, los que hay que manejar y disponer adecuadamente; pues cada día es más difícil encontrar un sitio adecuado para su disposición final sin evitar problemas de contaminación y que de alguna manera impactan a la población.

La generación de residuos sólidos está muy relacionada con el ingreso y la distribución de la población en el Distrito Federal y este fenómeno social con el tiempo se ha acrecentado, pues tiene una estrecha relación con el desarrollo económico. Sobre todo a partir de la década de los 50's y hasta nuestros días, en donde la generación de basura se ha multiplicado debido a las innovaciones tecnológicas que han entrado al mercado y a una aculturización consumista que la sociedad mexicana ha adoptado y que finalmente se refleja en la capacidad de compra que tiene la sociedad. Esto conlleva a una estratificación de la población de acuerdo a sus ingresos y por ende al tipo de vivienda y su ubicación en la ciudad, dando como resultado que de acuerdo a sus ingresos es el tipo de basura que generan y que conforme mayor sea el ingreso mayor será la producción de basura que han de generar.

Con base en un estudio realizado en 1980 (Restrepo, 1982) se obtuvieron resultados en los que la población se distribuye por sus ingresos y el tipo de vivienda de la siguiente manera:

1. Estrato bajo (ingresos inferiores al salario mínimo -s.m.- con viviendas tipo unifamiliar y plurifamiliar) constituyen el 37% de la población total del Distrito Federal y se localizan principalmente en las delegaciones de Álvaro Obregón con una generación de 841.7 ton/día de desechos, Azcapotzalco con 804.2 ton/día, Gustavo A. Madero con 1 570.2 ton/día e Iztapalapa con 1 820.2 ton/día de residuos sólidos.

2. Estrato medio-bajo (ingresos entre 1 y 3 veces el s.m. con viviendas tipo unifamiliar y plurifamiliar) constituyen el 17% de la población y se dividen en 3 partes: los habitantes del centro de la ciudad, los de las colonias populares como la Doctores ubicados dentro de la antigua ciudad de México y los habitantes de colonias de ingreso medio-bajo de la periferia del Distrito Federal, como ocurre en las delegaciones de Azcapotzalco y Álvaro Obregón.

3. Estrato medio (ingresos entre 4 y 7 veces el s.m. con viviendas de tipo unifamiliar) constituyen el 12% de la población y se ubican principalmente dentro de los antiguos límites de la ciudad: en las delegaciones Miguel Hidalgo con 817.3 ton/día de basura, Cuauhtémoc con 1 217.5 ton/día, Benito Juárez/ con 618.1 ton/día y Venustiano Carranza con 1 125.1 ton/día de residuos sólidos.

4. Estrato medio-alto (ingresos de 8 a 11 veces el s.m. con viviendas tipo unifamiliar) constituyen el 8% de la población total y se ubican principalmente en las delegaciones Álvaro Obregón, Tlalpan con 440.7 ton/día de basura y Coyoacán con 817.8 ton/día de residuos sólidos.

El resto de la población se subdivide en 10 estratos poblacionales de menor importancia numérica que va desde la población que habita en ciudades perdidas hasta la población que vive en departamentos con ingresos superiores a 11 veces el s.m. y que se encuentran dispersos por todo el Distrito Federal, en donde pobres y ricos son vecinos.

La generación de residuos sólidos por delegación fueron estimados por la Dirección Técnica de Desechos sólidos en 1990 (datos no publicados). Las delegaciones con mayor generación de desechos fueron: Cuauhtémoc, G. A. Madero, Iztapalapa y Venustiano Carranza quienes generaban más de 1 200.0 ton/día de residuos; después las delegaciones cuyas generaciones oscilaban entre 500.0 y 1 000.0 ton/día de basura fueron: Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Iztacalco y Miguel Hidalgo y el resto de las delegaciones generaron menos de 500.0 ton/día de basura.

3.2 ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS Y LA GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

La generación de basura en cantidad y calidad tiene estrecha relación con el estrato económico que la genera, por lo tanto es conveniente señalar los principales estratos económicos y el tipo y cantidad de basura que producen.

En términos generales, la población por sus ingresos se agrupa en:

1. Estrato económico bajo (ingresos inferiores al s.m.), 47% de la población total del Distrito Federal.
2. Estrato medio bajo (ingresos entre 1 y 3 veces el s.m.), 20% de la población total.
3. Estrato medio (ingresos entre 4 y 7 veces el s.m.), 15% de la población total.
4. Estrato medio-alto (ingresos entre 8 y 11 veces el s.m.), 12% de la población total.
5. Estrato alto (ingresos de más de 11 s.m.), 4.5% de la población total.

Como se observa de acuerdo a estos estratos económicos, la producción promedio de basura en gramos/hogar/día para cada una de las 16 zonas de estudio oscila de un mínimo de 3 028 a un máximo de 5 602 gramos por hogar/día y dicha generación varía notablemente de un nivel económico a otro.

No siempre existe una relación lineal entre el ingreso de los hogares y el peso total de la basura que generan.

El cuadro No. 2 muestra la generación de residuos sólidos por hogar/día/gramos. Lo que permite reflejar la generación de residuos tanto por su calidad como por su cantidad. En donde la mayor generación de materiales son los residuos orgánicos cuyos valores porcentuales oscilan entre 46.2 y 55.3%. La diferencia de materia orgánica que se genera entre el mínimo y el máximo estrato socioeconómico es de 308 gr./hogar/día. se puede considerar que no es marcada la diferencia y que en todos los niveles económicos se mantiene una generación superior a los 2 000 gr./hogar/día, aunque también es importante saber como son esos residuos, si son restos orgánicos como cáscaras o huesos o si son alimentos desechados, como se comenta en Semanario para ver. leer y pensar (Serrano, 1990) que por ejemplo se desechan entre pan y tortilla 65 mil kg. de residuos, entre otros alimentos.

| Estrato Ingresos | BAJO de 1 S. M | | MED-BAJO DE 1-3 | | MEDIO DE 4-7 | | MED-ALTO DE 8-11 | | ALTO MAS DE 11 | |
|------------------|----------------|------------|-----------------|------------|--------------|------------|------------------|------------|----------------|------------|
| | gr. | % | gr. | % | gr. | % | gr. | % | gr. | % |
| Orgánicos | 2080 | 46.22 | 2,304 | 50.8 | 2340 | 48.6 | 2,326 | 55.4 | 2388 | 45.5 |
| Metal | 88 | 1.96 | 111 | 2.4 | 111 | 2.3 | 126 | 3 | 230 | 4.4 |
| Papel | 769 | 17.09 | 728 | 16.1 | 785 | 16.3 | 678 | 16.1 | 1000 | 19 |
| Plástico | 231 | 5.13 | 217 | 4.8 | 286 | 5.9 | 259 | 6.2 | 339 | 6.5 |
| Vidrio | 348 | 7.73 | 378 | 8.3 | 400 | 8.3 | 434 | 10.3 | 775 | 14.8 |
| Textiles | 274 | 6.09 | 298 | 6.6 | 391 | 8.1 | 170 | 4 | 250 | 4.8 |
| Otros | 710 | 15.78 | 498 | 11 | 506 | 10.5 | 208 | 5 | 270 | 5 |
| Total | 4500 | 100 | 2232,304 | 100 | 4819 | 100 | 1877,326 | 100 | 5252 | 100 |

Cuadro No. 2. Generación de los residuos sólidos relacionada con el estrato socio-económico.

Fuente: Restrepo I.; D. Phillips. 1982. La basura. Consumo y desperdicio en el D.F. pp 52-53.

Los residuos orgánicos pueden ser tratados y obtenerse la composta que es un mejorador de suelos y que en mínima proporción fueron tratados en la Planta Industrializadora "San Juan de Aragón".

Los residuos de papel oscilan de 16 a 19%. lo que significa, que en todos los estratos se genera papel. Los desechos de papel varían sensiblemente, en donde la diferencia no es superior a los 322 gr./hogar/día, pero el estrato menos generador es el medio-alto y después le sigue el medio-bajo. Es interesante, pues se supone que la generación aumenta con el ingreso. El papel podría recuperarse en un alto porcentaje, si en el momento de su generación este se separara.

La mayor producción de desechos metálicos se da en el estrato alto, superando al estrato bajo en más del 100% de los desechos. Esto se debe a la gran capacidad de compra y a la posibilidad de cambiar con frecuencia aquellos productos con un alto contenido de metal.

El plástico se desecha en menor porcentaje en el estrato medio-bajo, se incrementa en los estratos bajo y en el medio y vuelve a descender en el medio-alto. La generación de los residuos plásticos se incrementa en más de un 100%. Su producción esta ligada al desecho de cualquier clase de envases no retornables.

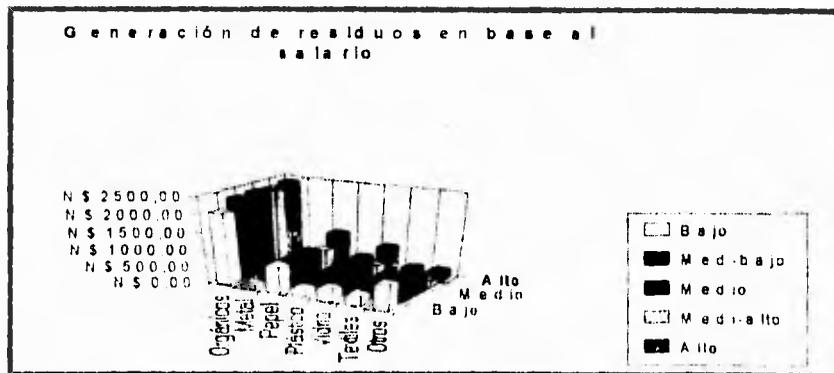
El incremento de los residuos de vidrio se eleva del mínimo al máximo generador en 400 gr. En los primeros 4 estratos su incremento es de casi 30 gr. manteniéndose constante, pero del estrato medio-alto al alto su incremento es de 341 gr./hogar/día.

El vidrio, plástico y metal aumentan de acuerdo al estrato económico y este consumo esta dado por la gran cantidad de alimentos diversos ya procesados que se adquieren en envases no retornables. El plástico se mantiene constante y, una razón importante de su generación puede ser la gran cantidad de polietileno que se da en todos los productos que se compran en el mercado y los envases de plástico no retornables.

Los estratos económicos generadores de residuos textiles son el medio y medio-bajo con 391 y 298 gr./hogar/día respectivamente; el menor generador es el estrato medio-alto con 170 gr./hogar/día.

Otros, incluye a los materiales de construcción, a los excrementos de animales domésticos y a la humedad contenida en los residuos sólidos, la que varía notablemente en los estratos económicos concentrándose en el estrato bajo con el 15.7% y un mínimo en el estrato medio-alto de 5%.

Lo que se deduce que los residuos sólidos aumentan con base a los ingresos y que la mayor generación de los residuos inorgánicos la produce el estrato económico alto (gráfica 1).



Fuente. Restrepo I., D. PHILIPS. 1982. La Bausra, Consumo y desperdicio en el D. F. Pág. 52-53

Gráfica de generación de desechos con base al salario

3.3 PEPENADORES.

Una actividad característica ligada a la existencia de un grupo de numerosas personas que dentro de un tiradero, en su momento histórico responden a "formas de organización social, política y económica en el desarrollo natural de la estructura que surge de los desperdicios urbanos" (Castillo, op. cit.), a la que se le denomina pepena, cuyo objetivo es la selección de subproductos denominados residuos sólidos para su posterior reciclaje; y que sin embargo, aunque no van a ser reincorporados a ciertas etapas de la producción, no por ello dejan de ser importantes; no sólo para quienes los seleccionan sino para toda una economía nacional.

Los pepenadores quienes se encargan de esta actividad, que lejos de hacérselas digna, se las encomendamos sucia y antihigiénica; y que gracias a ellos, pueden recuperarse algunos subproductos, logrando reducir los volúmenes de basura. En la actualidad éstos trabajan en el relleno sanitario "Prados de la Montaña" y en el tiradero controlado de "Santa Catarina".

Se tienen antecedentes de la existencia de los pepenadores a mediados del siglo pasado, cuando ya era común observar personas buscando objetos, entre la basura, que pudieran ser de utilidad.

En 1873, por dictamen de las Comisiones Unidas de Hacienda y Limpia, confirieron el servicio de limpia en sus demarcaciones a los inspectores de limpia, repartiéndoles mulas y carros de limpia, éstos a su vez les proporcionaron a los pepenadores un carretón de basura por familia.

En esta época, en los basureros se inicia la separación del vidrio, restos textiles y metales.

En 1906 los pepenadores formaban un grupo de 289 personas.

En la década de los 40's inicia sus operaciones el tiradero a cielo abierto más grande de la ciudad "Santa Cruz Meyehualco" y en 1958, "Santa Fe". Tiraderos en los que se tienen antecedentes más recientes de los pepenadores. Socialmente estaban organizados en sindicatos y representados por líderes.

Santa Cruz Meyehualco estaba representado por Rafael Gutiérrez Moreno en un 90% (el rey de la basura) y un 10% por Bertha García García. Con una división de trabajo basada en las buenas relaciones con el máximo representante y en donde el último nivel social lo componían los pepenadores, a quienes se les asignaba la distribución de la basura, a través de los cabos.

Santa Fe estaba dividido en dos zonas: la parte alta, cuyo líder sindical era Rafael Gutiérrez Moreno, representado por Pedro Ruiz Aldana quienes controlaban el 60% del tiradero y a la mayoría de los pepenadores y de la basura, la otra zona correspondía a la parte alta del "Frente Único de Pepenadores,

A.C." que dirigía Pablo Téllez Falcón con un 25% aproximadamente del control del tiradero y el restante (15%) del tiradero por Julio Muñoz.

La estratificación social en Santa Fe (Castillo op. cit.) era: el nivel alto los líderes, el intermedio los cabos quienes estaban al servicio de los líderes y supervisaban el trabajo de los pepenadores; éstos últimos representan la mínima escala de la organización social de los tiraderos, pero al fin y al cabo la clase trabajadora.

Los pepenadores vivían en los tiraderos en condiciones ínfimas, sus habitaciones estaban hechas de materiales de desecho procedentes de la ciudad y compartían sus espacios con sus animales (perros, galos, cerdos, etc.). La pepena la realizaban mujeres embarazadas, ancianos y niños, además de la población productiva.

En 1983, cuando se llegó a un convenio entre las autoridades y el líder sindical, se clausuró Santa Cruz Meyehualco y los pepenadores se fueron a nuevos tiraderos, una minoría se dirigió a San Lorenzo Tezonco y la mayoría se fue a Santa Catarina, nueva residencia de los líderes. Hasta antes de la clausura, se estima que aquí vivían más de 2 000 familias (Castillo, op. cit.)

Para 1985 que se clausuró San Lorenzo Tezonco, éste albergaba más de 25 000 pepenadores, los que a su cierre se concentraron en Santa Catarina.

Cuando Santa Fe fue clausurado en 1986, se convino entre autoridades y líderes que los pepenadores ya no residirían en los tiraderos; se abrió "Prados de la Montaña" como respuesta a la clausura de Santa Fe y se construyó frente al relleno la Unidad Habitacional de Tlayapaca destinada a los pepenadores.

Las autoridades se hicieron cargo, tomando posesión del terreno para construir la unidad habitacional de los pepenadores. Entre otros objetivos las autoridades pretendían evitar la entrada a "Prados de la Montaña" a menores de edad, ancianos y mujeres embarazadas para proteger su salud, pero ha sido difícil, aunque se logró que los pepenadores vivan en la unidad habitacional y controlen su entrada y salida al relleno, la recolección la continúan llevando a cabo los niños, mujeres embarazadas y ancianos; los bebés continúan siendo llevados al sitio.

En la disposición final, en dos de los tres sitios oficiales Santa Catarina y Prados de la Montaña se ejerce la pepena, de acuerdo al Reglamento de Limpia (art. 17), los pepenadores están autorizados para entrar a los sitios y recuperar los subproductos que puedan ser reciclados.

Los pepenadores seleccionan subproductos como envases de plástico y vidrio, metales diversos (envases de aluminio y otros), hueso, restos textiles, alimentos, cartón, papel (sólo cuando está limpio) y

otros; estos subproductos se empaquetan en enormes costales y los concentran en sitios exclusivos para más tarde ser comercializados a través de los dirigentes, cuyas ganancias se reparten entre pepenadores, cabos y líderes, siendo éstos últimos los más favorecidos.

A la muerte de Rafael Gutiérrez Moreno, llamado "rey de la basura", su esposa ocupó su lugar y la representación de los pepenadores es a través de sus líderes.

Es difícil cuantificar con precisión a la población dedicada a la pepena, pues no sólo son los que trabajan en los rellenos sanitarios, sino también aquéllos que en las calles seleccionan los subproductos y obtienen beneficios económicos, pues día con día hay más población que se dedica a esta actividad. Por ejemplo en 1962, se hablaba de 3 000 familias de pepenadores, incluyendo a sus explotadores (Castillo, op. cit.) y en 1989, se estimaron 10 000 pepenadores que se prestaban voluntariamente a viajar en los camiones recolectores para seleccionar la basura (Deffis, op. cit.). En cuanto a la cuantificación correcta de pepenadores en los tiraderos oficiales, la Dirección Técnica de Desechos Sólidos no tiene la información.

3.4 LEGISLACIÓN EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LA BASURA.

En tiempos prehispánicos, Tenochtitlán era una ciudad limpia, en la que no existían comercios en las calles y sus habitantes no compraban ni comían en la calle por lo que no se podía tirar nada al suelo y era parte de su educación ciudadana: había más de mil personas que recorrían la ciudad recogiendo la basura. Los cronistas dicen que los servicios urbanos de limpieza y recolección estaban bien organizados y que el suelo no ensuciaba el pie desnudo. Los tiraderos se ubicaban en tierras pantanosas, la basura se incineraba para iluminar la ciudad y la materia séptica y excretas, se utilizaban como abono.

Durante el reinado de Nezahualcóyotl, se construyó el albardón que iba de Atzacualco, en el Tepexyac, hasta el Cerro de la Estrella, en Iztapalapa. Dividía las aguas dulces del Lago de México de las aguas saladas del Lago de Texcoco. Su construcción favoreció la limpieza de la ciudad ya que periódicamente se sacaban los desperdicios de las acequias y canales de Tenochtitlán, para ser conducidos en canoas hacia las compuertas del albardón de Nezahualcóyotl; luego se abrían las compuertas y como el nivel del Lago de Texcoco era más bajo que el de la laguna, los desperdicios pasaban al lado de éste. Así la ciudad y la laguna quedaban limpias (Enciclopedia de México, op. cit.)

En la segunda mitad del siglo XVI, se ordenó mantener limpias las propiedades, para evitar los basureros y se destinaron sitios para disponer la basura, asimismo el servicio de limpieza se da a contrato, proporcionando las autoridades el equipo (carretones y mulas) e indios para hacer cumplir el servicio.

En 1787 las calles de la ciudad eran intransitables, estaban muy sucias y despedían olores fétidos; ante esta situación el Virrey Revillagigedo estableció que la basura fuera recogida por carros tirados por mulas, además hizo que se llevaran a cabo las reglamentaciones municipales para barrer y regar las calles para evitar que estas se volvieran un enorme basurero prestándose dos tipos de servicio: el diurno para basura sólida, y el nocturno para extracción de líquidos (Deffis, op. cit.).

Existían 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; y, al oriente, San Lázaro y San Antonio Tomatlán; además la basura era utilizada para nivelar calles y para construir bordos de protección contra las inundaciones.

Se reglamentó la utilización de los carros de mulas y se emitieron sanciones equivalentes a multas o castigos correccionales y se inició la prestación del servicio de limpia en los barrios, por lo que este servicio se dividió en: el de la Ciudad y el de los Barrios.

Con el tiempo dejó de aplicarse la ley y en 1824, el Coronel Melchor Muzquiz representante de una de las provincias de la capital estableció la pauta para la recolección domiciliaria por medio de carros numerados. Así se establecieron las primeras rutas de recolección de basura y se implantó el uso de campanillas que se tocaban al pasar por las calles.

Entre 1826 y 1836, se expidieron disposiciones Gubernamentales y Reglamentarias, sobre limpia y drenaje.

Se rescinden los contratos a particulares por el mal servicio y se delega el servicio de limpia a los alcaldes. Se conforma una cuadrilla de hombres con costales y escobas, para el barrido de la vía pública.

En 1873, los basureros se ubicaban en la parte oriente del barrio de San Antonio Tomatlán y fue allí en donde se inició la separación de vidrio, restos de textiles y metales.

En 1883, se adquirieron 33 mulas y 4 carros, asimismo la basura se incineraba para evitar enfermedades en la población.

En 1886 se compró el primer equipo de limpia que consistió en una máquina de barrer y otra para regar las calles de la ciudad.

El 22 de septiembre de 1899, se publicó un dictamen en el que se le otorgó a la Comisión de Limpia la responsabilidad del barrido y riego de las calles.

En 1900 se levantaron las primeras estadísticas del barrido manual y mecánico y del riego, y actualmente forman parte del reporte de labores. En este año la Comisión de Limpia otorgó a la Comisión de Policía el servicio de barrido y riego y se inició la disposición de la basura en el tiradero de Zoquiipa, en donde al parecer esta el antecedente del aprovechamiento de ciertos subproductos para fabricar cola, sulfato y carbón entre otros.

En 1934 se formó el Sindicato de Limpia y Transporte.

Para el 8 de mayo de 1941 de acuerdo a la Fracción Primera, Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se promulgó. Primer Reglamento de Limpia para el Distrito Federal, que funcionó por más de 40 años.

El deterioro ambiental ha conducido a que tanto algunos sectores de la población como las autoridades comiencen a preocuparse por los daños que se están produciendo en la naturaleza, muchos de ellos irreversibles. En el país se legisló sobre la protección del ambiente, a principios de los 70's, se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente, en cuyo contenido se decreta en el capítulo quinto "la protección de los suelos" (SEDUE, 1986). En esta sección se comentan algunos de los artículos que tienen relación con la protección de los suelos por contaminación de los residuos sólidos.

Art. 34. Queda prohibido descargar, depositar o infiltrar contaminantes en los suelos, sin el cumplimiento de las normas reglamentarias y los lineamientos técnicos correspondientes que para tal efecto se expidan. SEDUE establecerá las normas a que deba sujetarse y, en su caso, autorizará el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, uso, rehuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, independientemente de la persona física o moral que los genere

Art. 36. Los residuos sólidos o cualquier otro tipo de contaminantes provenientes de usos públicos, domésticos, industriales, agropecuarios o de cualquier otra especie, que se acumulen o puedan acumular y por consiguiente se depositen o infiltren en el suelo o subsuelo deberán contar con previo tratamiento a efecto de reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- III. La modificación, trastornos o alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo, y
- IV. La contaminación de los ríos, cuencas, lagos, embalses, aguas marinas, mantos acuíferos, aguas subterráneas y otros cuerpos de agua.

Para 1988, surge la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (SEDUE, 1989), con el objetivo de preservar y resguardar el equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía, solo que los estados se reservan el derecho de ampliarla íntegramente o hacerla más rígida según sus intereses. El capítulo II se refiere al aprovechamiento racional del suelo y sus recursos, del artículo 98 al 107.

Art. 98. Para la protección y aprovechamiento del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;

III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;

IV. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración.

Art. 99. Los criterios ecológicos para la protección y aprovechamiento del suelo se considerarán en:

V. El establecimiento de zonas protectoras forestales

VII. Las disposiciones, programas y lineamientos técnicos para conservación de suelos;

XI. Las actividades de extracción del material del subsuelo, la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales, y

XII. Cuando así proceda, de conformidad con la ley de la materia, al encomendarse la explotación de tierras que hayan sido declaradas ociosas. En estos casos se promoverá su utilización de acuerdo con las aptitudes naturales del terreno y el adecuado equilibrio de los ecosistemas.

Art. 104. SEDUE promoverá ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y las demás dependencias competentes, la introducción y generalización de prácticas de protección y recuperación, de los suelos en las actividades agropecuarias, así como la realización, de los suelos en las actividades agropecuarias, así como la realización de estudios de impacto ambiental previos al otorgamiento de autorizaciones para efectuar cambios del uso del suelo, cuando existan elementos que permitan prevenir grave deterioro de los suelos afectados y del equilibrio ecológico en la zona.

Estos artículos son algunos de los que resultan ser compatibles, para aquellos suelos que han sido seleccionados como vertederos, aunque si se revisa la ley en general, da la impresión de ambigüedad no es clara y precisa en cuanto a las disposiciones de los usos del suelo y sus repercusiones. La ley por sí misma no habla, ya que por desgracia no se cumple.

Se pueden promulgar infinidad de leyes, pero si éstas no son precisas en sus alcances, ni son obedecidas, jamás serán funcionales, además la estructura legal del país no es lo suficientemente sólida para imponer la ley y sancionar a los infractores si ésta no se cumple.

El artículo 104 merece su atención en los estudios de Impacto Ambiental que deben realizarse al pretender el uso del suelo; en el capítulo I, sección V se refiere a la Evaluación de Impacto Ambiental en los artículos del 28 al 35 y todos ellos se refieren a la necesidad de realizar un estudio de esta naturaleza para predecir y corregir a tiempo los daños producidos al ambiente. Aquí el problema es que son pocos los especialistas dedicados a este tipo de estudios, además de que son estudios interdisciplinarios que deben plantear soluciones a la problemática ecológica y que en muchos casos por falta de presupuesto no son llevados a cabo.

Los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental que se han realizado para los sitios previamente seleccionados no han tenido relevancia, se plantea la problemática del deterioro del sistema por disposición de residuos sólidos y, si se hacen consideraciones a las leyes, la necesidad conlleva a la disposición, tan solo no cumpliendo con la ley sino ignorando las características físicas que se requieren para la implementación de un relleno (SEDUE, op. cit.); pues de alguna manera se tiene que solucionar el problema del lugar en el que haya que depositar los residuos, pues éstos no devengan utilidades y las autoridades correspondientes son responsables de la prestación de este servicio, desde el momento en que se les recolecta, de acuerdo al artículo 2o. del Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal.

Esta legislación es exclusiva para el Distrito federal, dadas sus características socioeconómicas.

En 1989 se modificó el antiguo Reglamento de Limpia para el Distrito Federal, el cual se actualizó y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 1989.

Este reglamento consta de 6 capítulos y 47 artículos, en los que se establecen responsabilidades y obligaciones de los ciudadanos con las autoridades y viceversa, pero de las que no se cumplen en ambos sentidos.

Se habla de la coordinación de las autoridades y ciudadanos, asociaciones o comerciantes para mantener limpia la ciudad y de las sanciones que se impondrán a la infracción de cualquiera de sus artículos, sin embargo no se llevan a cabo.

Para el cumplimiento de este reglamento, las autoridades correspondientes (art. 2o.) coordinarán la colaboración de los vecinos del Distrito Federal y de las organizaciones de colonos, asociaciones de comerciantes, industriales o representativas de cualquier sector organizado de la población (art. 4o.).

Art. 5o. Fracc. II. Aplicar las normas técnicas ecológicas vigentes para la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

Fracc. IV. Concertar con los medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado, en coordinación con SEDUE, la realización de campañas de limpieza...

Fracc. V. Diseñar, construir y operar directamente o bajo el régimen de concesión, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento y sitios de disposición final y

Fracc. VI. De considerarlo necesario y conveniente concesionar la prestación del servicio público de limpia...

La concesión de cualquiera de estas etapas aún no se da, ya sea por la falta de interés o porque no devenga ningún beneficio para ningún particular.

Art. 6o. Fracc. II. ... coordinar a los vecinos que auxiliarán a las Delegaciones en la vigilancia y cumplimiento del Reglamento. Tales vecinos tendrán el carácter de Inspectores Honorarios.

Los artículos 7 y 8 se refieren a las obligaciones y responsabilidades de los Inspectores Honorarios, cuyas funciones, hasta donde se sabe, ningún ciudadano las ha llevado a cabo. Pues si esto sucediera, a los infractores se les impondrían severas sanciones, pero el aparato jurídico de la ciudad y del país en sí no tiene una base sólida que pueda sustentar obligaciones y sanciones a este respecto.

Art. 10. El servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios será gratuito.

Fracc. I. ...la generación de residuos sólidos superior a los 200 kg. por generador, impone un pago de derecho por su recolección y transporte...; sin embargo el pago siempre se ha hecho en forma de propina.

Fracc. II. ... los usuarios procurarán separar los desechos sólidos en orgánicos e inorgánicos...

En esta fracción, habrá que definirle a la población la diferencia entre estos dos tipos de residuos y, por otro lado, quien conoce esta diferencia pocos hacen la separación.

Art. 14. ... En ningún caso las delegaciones recolectarán residuos sólidos clasificados como peligrosos.

Es difícil llevarlo a cabo, pues quienes recolectan los residuos ignoran el peligro de ciertos materiales; además es muy común ver que los camiones recolectores por ciertas cuotas hacen servicios particulares.

Art. 22. Los habitantes del Distrito Federal deberán:

Fracc. II. Mantener limpios los terrenos de su propiedad que no tengan construcción...

La gran mayoría de los habitantes de la ciudad no barren sus banquetas.

Art. 31. ... queda estrictamente prohibido acumular escombros y materiales en la vía pública...

Art. 35. Los propietarios de animales domésticos estarán obligados a recoger y limpiar los desechos fecales que arrojen sus animales en las vías públicas y áreas comunes.

Los habitantes sacan a sus animales precisamente para que realicen sus funciones fisiológicas en la calle.

Art. 36. Queda prohibido:

Fracc. I. Arrojar o abandonar residuos sólidos de cualquier especie en la vía pública, áreas comunes, barrancas...

Fracc. II. Orinar o defecar en cualquier lugar público...

Fracc. III. Arrojar a la vía pública animales muertos...

Fracc. V. Arrojar o abandonar en lotes baldíos, residuos sólidos de cualquier especie...

¿Cuál de estas restricciones se han visto sancionar?

Este reglamento careció de una difusión y es posible que gran parte de la población desconozca su existencia.

Existe un capítulo, el VI, dedicado a las sanciones por faltar a cualquier parte de este reglamento. Las sanciones van desde un día de salario mínimo hasta 180 veces el salario mínimo y el doble de esta sanción ¿Cuántas sanciones se habrán aplicado a este respecto?

CAPITULO 4.
IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DE LA
DISPOSICION FINAL.
EVALUACION Y CONTROL.



¿Que método para disponer la basura te parece mejor?

Tomado de: Turk, J. Wiffes, R. Wiffes. 1985
Tratado de Ecología. Interamericana.
(Con modificaciones del autor).

CAPÍTULO 4

IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DE LA DISPOSICIÓN FINAL. EVALUACIÓN Y CONTROL

El problema del deterioro ambiental no es exclusivo de algunos países, sino común a todos, en menor o mayor escala dependiendo del grado de desarrollo de cada región; debido a esto los países desarrollados han establecido leyes y reglamentos para controlar los efectos naturales y sociales de este problema. Elaboran programas y los llevan a cabo de acuerdo a sus necesidades; además crean organismos específicos dedicados al cuidado y mejoramiento del ambiente.

Por lo que se refiere a los países en etapa de desarrollo, también existen leyes, reglamentos y acciones; sin embargo, han resultado ineficaces y el deterioro ambiental avanza de manera acelerada.

Se denomina impacto ambiental a los cambios inducidos por el hombre sobre la naturaleza por una o varias actividades culturales específicas (Portilla y Zavala, 1990)

Los impactos ambientales se clasifican desde diversos puntos de vista, pero para fines de este trabajo se dividirán en:

- a) impactos del medio natural cuyos efectos alteran la naturaleza y
- b) los impactos del medio social que deterioran la calidad del ambiente, repercutiendo en la salud del hombre.

Los residuos sólidos ejercen los dos tipos de impactos, ya que alteran el equilibrio ecológico de los suelos; su contaminación trasciende a las aguas subterráneas y cuerpos de agua cercanos a los basureros y desde el punto de vista social causan deterioro estético y representan focos de propagación de enfermedades infecciosas. En consecuencia se deben buscar medidas de control que eviten total o parcialmente estos efectos negativos.

4.1 IMPACTO AMBIENTAL. GENERALIDADES.

Los estudios de impacto ambiental son recientes, datan de la década de los 70's como una respuesta al desarrollo industrial y al crecimiento de las actividades económicas, al movimiento conciente de la población en favor de la conservación de la naturaleza; y, por último, como una opción a las técnicas de evaluación inadecuadas existentes hasta entonces, las cuales se fundamentan sobre bases técnicas y

económicas que están en función de costos y beneficios; sin considerar los impactos sociales y naturales que repercuten en el deterioro de los ecosistemas.

En cuanto a su definición, métodos y técnicas no tiene mayor problema conceptual pues, aunque con algunas variaciones, esta bien definido.

Se entiende como impacto ambiental las consecuencias que algún curso de acción tiene sobre el ambiente con respecto a los efectos físicos, sociales y económicos (Waller y Bradfield, 1975); es decir como la modificación del valor del medio o de alguno de sus elementos, que repercutan en el cambio estructural y funcional de los ecosistemas y que dañen la salud del hombre.

Para conocer sus características se llevan a cabo las Evaluaciones de Impacto Ambiental (E.I.A.), las actividades diseñadas para identificar y predecir los efectos de determinada acción en el medio biogeofísico, la salud y el bienestar humanos, así como para interpretar y evaluar los efectos detectados, estableciendo las ventajas y desventajas en una propuesta ambiental (López, 1982; Canter, 1986; Clark, 1984).

Las técnicas de E.I.A. son una herramienta importante en la toma de decisiones y deben entrar en la etapa de planeación de cualquier proyecto. Requieren de estudios minuciosos, pues tienen inconvenientes, ya que su estudio pretende abordar todos los campos, y de entre ellos los impactos mas difíciles de analizar son precisamente el ecológico y el social.

Los objetivos de una E.I.A. son:

- a) Identificar causas y efectos.
- b) Predecir los efectos y la magnitud de ellos.
- c) Interpretar los impactos y su interrelación.
- d) Prevenir los impactos.

La metodología aplicada en la presente investigación para la evaluación en sitios de disposición final, fue la siguiente:

1. Descripción del medio donde se efectuó la acción en sus aspectos físico, geográfico, ecológico y social.
2. Identificación de los impactos ambientales provocados por la acción durante su construcción, operación y alternativas.

2. Identificación de los impactos ambientales provocados por la acción durante su construcción, operación y alternativas.

3. Descripción del ambiente afectado.

4. Predicción de impactos.

5. Evaluación e interpretación de impactos predichos.

6. Monitoreo de impactos ambientales en algunos sitios de disposición final, principalmente los clausurados; como fue el caso del biogás, aunque éste tuvo que ser suspendido, por destinar los recursos a otros objetivos. Esto impidió conocer el comportamiento del biogás en condiciones diferentes, así como su producción en el tiempo.

7. Evaluación de alternativas, así como la selección de una propuesta de acción, que pueda ser valorada y en caso dado aplicada de acuerdo a las condiciones técnicas y económicas.

8. Preparación del documento escrito.

Las técnicas que se requieren en una E.I.A. son diversas y no son excluyentes entre sí; aunque la requerida fue la técnica de matrices (Waller, op. cit.), en las que se relaciona una lista de acciones del proyecto con los componentes del medio, determinando en el cruce de la matriz la presencia o no de un impacto, evaluando la magnitud y significancia de éste, es decir relacionando la causa y el efecto. A través de la experiencia profesional, se elaboró una matriz en donde se relacionaron los impactos más representativos (cuadro 3).

| FACTOR AMBIENTAL | FACTOR FÍSICO | | | | | | | | | | FACTOR BIOLÓGICO | | FACTOR SOCIAL | | | | |
|---|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------------|----|---------------|----|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | |
| 1. CALIDAD DEL AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. CALIDAD DEL AIRE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. CALIDAD DEL SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. VEGETACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. FAUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. CLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. RUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. VIBRACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. EMISIÓN DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. EMISIÓN DE OROZOS DE PLASTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. EMISIÓN DE OROZOS DE PAPEL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. EMISIÓN DE OROZOS DE ALUMINIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. EMISIÓN DE OROZOS DE COBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15. EMISIÓN DE OROZOS DE ZINC | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16. EMISIÓN DE OROZOS DE NICKEL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. EMISIÓN DE OROZOS DE CADMIUM | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18. EMISIÓN DE OROZOS DE MANGANESO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19. EMISIÓN DE OROZOS DE COBALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20. EMISIÓN DE OROZOS DE PLATA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21. EMISIÓN DE OROZOS DE ORO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22. EMISIÓN DE OROZOS DE MERCURIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23. EMISIÓN DE OROZOS DE BORO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24. EMISIÓN DE OROZOS DE FLUORURO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25. EMISIÓN DE OROZOS DE SODIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26. EMISIÓN DE OROZOS DE POTASIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27. EMISIÓN DE OROZOS DE AMONIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28. EMISIÓN DE OROZOS DE NITRÓGENO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29. EMISIÓN DE OROZOS DE FOSFORO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30. EMISIÓN DE OROZOS DE CLORO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31. EMISIÓN DE OROZOS DE BROMO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32. EMISIÓN DE OROZOS DE YODURO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33. EMISIÓN DE OROZOS DE CIBACIOLAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34. EMISIÓN DE OROZOS DE ANTIBIOTICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35. EMISIÓN DE OROZOS DE HORMONAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36. EMISIÓN DE OROZOS DE METAL PESADO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50. EMISIÓN DE OROZOS DE OROZOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cuadro No. 3. Matriz de Impacto ambiental, para un relleno sanitario. (Fuente la autora de tesis.)

El método a emplear debe ser selectivo más no exclusivo, objetivo y que permita predecir las interacciones para detectar la totalidad de los elementos importantes y evitar todo posible impacto significativo. No existe una metodología ideal para todos los casos, lo mejor es considerar elementos de todas las técnicas, adaptándolas a las necesidades específicas de cada uno.

En México, aunque se habla de E.I.A., estos trabajos son poco usuales pues los profesionales en esta área, no son tan comunes como en otras disciplinas; además del poco valor que se le da al medio geográfico.

4.2 IMPACTOS CAUSADOS POR LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La depositación de los residuos sólidos altera el orden ecológico y social, dañando la calidad del suelo, del agua y del aire; deteriora la estética del paisaje; extermina los elementos bióticos (como ya se mencionó), y daña la salud pública. Los principales agentes causales de impacto ambiental son: biogás, lixiviados, incendios, malos olores, fauna nociva y microorganismos patógenos.

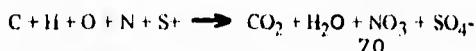
4.2.1 Biogás

En los vertederos incontrolados existen residuos de todo tipo, desde materia orgánica, cartón, papel, diversos envases, vidrio, metales, polímeros, residuos hospitalarios, algunos industriales y hasta restos de cadáveres de animales. Dada la naturaleza de la basura y las condiciones ambientales, se inicia la descomposición principalmente de la materia orgánica, algunos residuos se descomponen más rápido que otros. Al ser depositados, los microorganismos comienzan a degradar la materia, pero antes de que sean incorporados estos productos al sistema, es depositada más basura, formando enormes montículos de residuos.

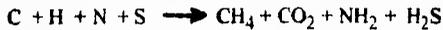
Esta actividad se acompaña de interacciones y fenómenos complejos que dependen de la descomposición misma de la basura, del aporte de humedad y de las características del suelo sobre el que depositan los residuos sólidos.

Entre los procesos llevados a cabo en el suelo, están las reacciones fisicoquímicas y bioquímicas. Las primeras son responsables de la solubilización, precipitación, óxido-reducción y del intercambio iónico o gaseoso de algunos materiales contaminantes; entre las reacciones bioquímicas están la degradación aeróbica y anaeróbica, según sean las condiciones del medio.

Durante el proceso aeróbico el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y trazas de azufre reaccionan formando dióxido de carbono, agua, amoníaco y iones de sulfato:



Al agotarse el oxígeno se inicia el proceso anaeróbico, durante el cual el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre reaccionan y producen metano, dióxido de carbono, amoníaco y ácido sulfhídrico:



Este producto gaseoso de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, es llamado biogás y su generación en un tiradero es constante, mientras el aporte de materia orgánica sea ininterrumpido. Por ejemplo, la salida aparente de vapor de agua de las alcantarillas, por las mañanas, es biogás que resulta de la degradación biológica de la materia orgánica contenida en las aguas residuales.

El biogás por lo tanto se compone en un alto porcentaje de metano (CH_4) y mínimas proporciones de: dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2), ácido sulfhídrico (H_2S), monóxido de carbono (CO) y agua (H_2O).

Se caracteriza por ser poco denso, tendiendo a desplazarse en cualquier dirección, buscando la salida a la superficie y desplazándose conforme la dirección del viento; tiene la capacidad de oxidar estructuras metálicas de las construcciones. En presencia del aire se oxida desprendiendo principalmente dióxido de carbono y agua, según la proporción de metano presente en la atmósfera; el 15% de metano presente en el aire, produce incendios, esto se debe a que tiene un poder calorífico muy alto, de 4,500 kcal/m³, además resulta ser tóxico.

4.2.2 Lixiviados.

Los lixiviados en un tiradero, se originan de la percolación del agua pluvial o superficial que pasa a través de los residuos sólidos y que alcanzan su punto de saturación de humedad. El agua percolada arrastra materiales disueltos o en suspensión, tales como metales pesados, partículas, microorganismos y productos de la descomposición de la fracción orgánica, conduciéndolos a través de los estratos geológicos hasta los mantos acuíferos; también pueden desplazarse los lixiviados sobre la superficie del suelo o depositarse en él.

La composición de los lixiviados está en función de los residuos, de los fenómenos físicos, químicos y biológicos que se presentan simultáneamente en la basura, del clima, del contenido del agua y de la edad del tiradero.

Entre las características de los lixiviados están la alta conductividad, alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y pH entre 5 y 10. Su composición varía de lugar a lugar, pero en general tiene gran contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, ácidos orgánicos, sólidos disueltos y metales pesados.

Los lixiviados son un contaminante potencial, por transportar materiales en suspensión y disolución, como son los metales pesados, ácidos orgánicos, microorganismos patógenos, etc.; esto puede ser mitigado por las reacciones del suelo. Si la capacidad de autodepuración del ecosistema se sobrepasa y el suelo se satura, gran parte de ese lixiviado logra filtrarse a través de los estratos geológicos y al llegar a los acuíferos cambian las características físicas, químicas y biológicas tanto del suelo como del agua.

La contaminación de los mantos freáticos por el lixiviado es un problema grave, pues éstos en gran medida son la fuente de abastecimiento de agua potable para la población del Distrito Federal. Es interesante señalar que 7 de cada 10 litros de agua que se consumen en el Distrito Federal proviene del agua subterránea.

4.2.3 Incendios.

La incidencia de incendios en los vertederos no controlados es frecuente, porque son producto de la generación e ignición espontánea del biogás. Estos incendios son, además de frecuentes, prolongados y muchas veces incontrolados. Llegan a durar hasta meses, pues el biogás se produce continuamente.

Gran parte de los residuos depositados son urbanos, aparentemente no representan peligro, pero algunos expuestos a las condiciones ambientales y al contacto con otras sustancias resultan serlo. Como es el caso de las pilas que vierten sus ácidos en el suelo o los plásticos que al ser quemados desprenden compuestos clorados que son tóxicos para la población.

Como producto de los incendios están el monóxido y el dióxido de carbono y las cenizas, que pueden dispersarse conforme la velocidad y dirección del viento.

4.2.4 Malos olores.

Los residuos sólidos producen olores desagradables, sobre todo, durante el proceso de descomposición, que van a ser propagados por el viento, del que va a depender el área alcanzada, afectando a las poblaciones cercanas al vertedero.

En la época de lluvias, la evaporación aumenta, recordando que la materia orgánica tiene gran capacidad de retención de humedad y que la proliferación de insectos aumentará, así como los malos olores.

4.2.5 Fauna nociva.

La proliferación de la fauna nociva ocurre debido a que el tiradero representa para estos organismos no sólo una fuente de alimento, por la gran cantidad de materia orgánica que se está acumulando, sino además un refugio que les provee de calor y seguridad.

De la fauna nociva, se distinguen los insectos y los roedores. Entre los insectos, está la cucaracha germánica que se alimenta de cualquier cosa, tiene mal olor y frecuenta toda clase de lugares sucios y es muy sensible al frío. Algunas tijerillas, que se alimentan de la materia orgánica en descomposición, los mayates vagabundos) abundan donde hay materia animal y vegetal en descomposición en el suelo y se alimentan de carroña o depredan a otros insectos que se encuentran en la mugre.

La mosca doméstica tiene el hábito de caminar y alimentarse de la basura y de los excrementos; al igual que la cucaracha es cosmopolita y son vectores de enfermedades o agentes de dispersión de organismos patógenos.

Los moscos también proliferan en estos lugares, sobre todo si se dan las condiciones de humedad apropiadas para su reproducción, como la presencia de lixiviados superficiales.

El ciclo de vida de los insectos es corto y su capacidad de reproducción es bastante grande, reproduciéndose en forma rápida y numerosa.

No existen estudios entomológicos de pobladores de basura, por lo que, los que se incluyeron se basan en sus hábitos (Metcalf, 1988); en el caso de la mosca y la cucaracha son insectos muy obvios.

Entre los roedores, están el ratón doméstico, la rata negra y la rata noruega o rata gris, esta última ha logrado desplazar tanto al ratón como a la rata negra, gracias a su mayor capacidad adaptativa, a sus hábitos y a su agresividad.

La rata gris vive en cualquier lugar donde pueda cavar y siempre cerca de los núcleos urbanos. Se alimenta de cualquier cosa incluyendo carne fresca, carroña y toda clase de residuos vegetales. Su reproducción es de 3 a 5 camadas por año y cada una de 5 a 10 crías (González, 1980).

4.2.6 Microorganismos patógenos.

La presencia de microorganismos aerotransportables como bacterias de diversas especies, probablemente sea similar a las encontradas en una estación de transferencia y planta de tratamiento en Inglaterra (Crook, 1987). En este caso se muestrearon bacterias Gram Negativas entre ellas las *Pseudomonas* y en menor proporción *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* y *Escherichia coli*. No se encontraron *Salmonella* ni *Shigella* spp. La distribución de estas bacterias depende de la velocidad y dirección del viento, aunque éstas se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza. Algunas de ellas viven en el hombre, son patógenos oportunistas del hombre, causan daños a la salud y producen enfermedades como bacteremia, neumonía aguda y otras infecciones del tracto urinario. Así mismo son productoras de enterotoxinas; tal es el caso de la *Escherichia coli* y la *Klebsiella* spp.

Para el caso de México, de las condiciones geográficas y socio-económicas y del tipo de residuos sólidos que se generan, es muy posible que la *Salmonella* y la *Shigella*, existan en los tiraderos y sean transportadas ya sea por el viento o por agentes vectores como son los insectos, y debe de ser, pues en los países subdesarrollados existen serios problemas de salud pública, principalmente de enfermedades gastrointestinales; entre ellas la fiebre tifoidea y la disentería provocadas por la *Salmonella* y la *Shigella* respectivamente.

En una investigación llevada a cabo en la Estación de Transferencia de Desechos Sólidos "Central de Abastos", localizada al sureste de la Ciudad de México (Rosas, inédito), se evaluó la concentración de acropartículas presentes en el manejo de residuos sólidos, en cuyos muestreos se encontró una elevada concentración de bacterias Gram Negativas y coliformes totales, así como especies aisladas como la *Acinetobacter spp.*, *Escherichia coli* y *Enterobacter cloacae*. En cuanto a las concentraciones de acropartículas fúngicas (hongos), se muestrearon especies aisladas con mayor frecuencia como *Penicillium spp.*, *Monilia spp.* y *Phizophus spp.* La presencia de especies de bacterias y hongos representan un riesgo para la salud del hombre.

Los riesgos de encontrar éstas y otras especies de bacterias y hongos en sitios de disposición final es aún mayor, pues son enormes volúmenes de basura los que se depositan, además del tiempo que permanecen ahí acumulados.

Entre las partículas procedentes de un tiradero están el polvo y las esporas (hongos), las que son transportadas por el viento principalmente.

La acumulación de residuos sólidos en cualquier sitio, cambia inmediatamente las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y disminuyen la calidad del aire.

Es obvio que detrás de todo ésto, hay aún más elementos que participan en el proceso; algunas quedaron implícitas otras tal vez no se mencionaron, pero la finalidad es establecer que el suelo es un rico ecosistema que contiene millones de habitantes por gramo de suelo seco y que al depositar basura, este sistema se altera y, a veces, hasta puede ser destruido.

4.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL.

La contaminación por residuos sólidos en sitios de disposición final, como son los rellenos sanitarios, ha sido tema de estudio desde años atrás, y aún queda mucho por conocer; pero ya algunos países, sobre todo los altamente desarrollados, han implementado sistemas, tanto de tratamiento como de aprovechamiento de lixiviados y biogás; obteniendo por lo general buenos resultados que les permiten de alguna manera controlarlos y eliminar sus riesgos ambientales, tal es el caso de Japón y Alemania. En México solo se aplican en el Distrito Federal y están en sus inicios.

La evaluación y control se lleva a través de sistemas de monitoreo que permitan conocer sus propiedades y su comportamiento para estimar el grado de severidad de los impactos sobre el ambiente, así como los beneficios que su tratamiento puede aportar.

Para caracterizar a los lixiviados y conocer su efecto contaminante, es necesario establecer un sistema de monitoreo que permita la toma periódica de muestras cuyas propiedades físicas, químicas y biológicas puedan ser analizadas en el laboratorio.

Es, también importante implementar un sistema de captación que permita su manejo y tratamiento adecuados; adaptado a las condiciones físicas del lugar, a la tecnología disponible y a las características del lixiviado.

Actualmente muchas de las técnicas para el tratamiento de lixiviados se derivan o se asemejan a los tratamientos para aguas residuales, cuyas características físicas, químicas y biológicas son similares a las de los lixiviados, están la presencia de sólidos suspendidos y disueltos, el color, el olor, la turbidez, el alto contenido de materiales orgánicos e inorgánicos, los gases disueltos y algunos componentes biológicos similares, tales como bacterias, virus, protozoarios, etc., los altos valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), y diversas concentraciones de metales pesados. Dada esta similitud, se pueden aplicar los diferentes tratamientos para aguas residuales a los lixiviados y, en algunos países, como es el caso de los Estados Unidos, se han implementado sistemas de captación y tratamiento para la depuración del lixiviado, con sistemas de tratamiento para aguas residuales, obteniendo en algunos casos, buenos resultados (Bull, et al., 1979; E.P.A., 1977). En México no existen antecedentes de la aplicación de estos métodos para purificación de lixiviados.

4.3.1 Medidas de control.

Existen dos modalidades en las medidas de control: las cubiertas de material y el tratamiento de lixiviados.

4.3.1.1 Cubiertas de material.

Entre las medidas de control que se han diseñado para evitar la infiltración de los lixiviados en el subsuelo están las cubiertas de material de baja permeabilidad, entre las que se cuentan las membranas plásticas y las barreras (E.P.A., 1973).

Las membranas plásticas son aislantes, incluyen fieltros impregnados de asfalto, láminas de hule y láminas de polietileno o cloruro de polivinil (PVC). Tienen la desventaja de sufrir rupturas causadas por la deposición y compactación de los residuos sólidos aunque esto se puede evitar, colocando una zona de amortiguamiento del sobrepeso excavado entre el suelo y los residuos.

Los aislantes que dependen de la baja permeabilidad y densidad incluyen arcillas, mezclas químicas de suelos, de suelo y asfalto y minerales de suelo y arcilla. Las mezclas del suelo sellan el fondo del relleno porque tienen un amplio rango del tamaño de las partículas, que al mezclarse cubren todos los espacios, quedando prácticamente llenos.

Debido a los costos relativamente altos de instalación de las membranas y a la necesidad de reducir los espesores en las mezclas de suelo, lo ideal es seleccionar un sitio, que tenga las condiciones físico-químicas óptimas para contener los lixiviados producidos por los residuos.

Como suelos óptimos, están aquellos que tienen un alto contenido en arcillas y o con capas impermeables a poca profundidad. Las arcillas tienen una gran capacidad de intercambio catiónico, además de ser impermeables; también se pueden colocar capas de arcilla compactada en la base del relleno, sirviendo esta como impermeabilizante.

Una vez establecido el sistema de impermeabilización, se puede captar el lixiviado al cual se le puede dar tratamiento para minimizar sus efectos ambientales.

4.3.1.2 Tratamiento de lixiviados.

En el país no se ha aplicado ninguna técnica relacionada con el tratamiento de lixiviados, pero como ya se mencionó se está terminando una planta para su tratamiento en el relleno de "Bordo Poniente" además se pretende hacer una recirculación a través del relleno para lograr una alta concentración de los metales pesados en una menor cantidad de lixiviados para su tratamiento.

En E.U.A. se han llevado a cabo estudios acerca de la composición y comportamiento del lixiviado en los rellenos sanitarios, ubicados en los diferentes estados de la Unión Americana. El tipo de tratamiento del lixiviado depende de la capacidad actual del suelo en el sitio, y a continuación se

presentan algunos ejemplos en los que se aplican algunos tratamientos para aguas residuales (Bull, et al., op. cit.).

♦ Una alternativa para remover iones de metales pesados puede ser sólo volverlos biológicamente inertes para convertirlos en una fracción insoluble como sulfatos o fosfatos. El tratamiento anaeróbico permite que la disposición final del lixiviado pueda ser:

1. a través del sistema municipal de alcantarillado,
2. hacia un cuerpo de aguas dulcesacuícolas y
3. para irrigar la cubierta vegetal dispuesta sobre el relleno sanitario.

♦ Ham y Boyle en 1971 encontraron que quizá los lixiviados podían fácilmente someterse a la digestión anaeróbica. Pohland y Kang en 1975 recircularon los lixiviados a través de un simulador del relleno sanitario municipal y encontraron que la recirculación provocó el rápido desarrollo de la población bacteriana anaerobia e incrementó la velocidad de estabilización de los contaminantes orgánicos disponibles. El lodo para inoculación y el control del pH incrementa la eficiencia del tratamiento. Independientemente de los experimentos del tratamiento anaeróbico Ham y Boyle obtuvieron buenos resultados en la remoción de DBO y la DQO (87% de DBO con 5 días de tiempo de retención y 98% de DBO con 15 días), (Bull, et al., op. cit.).

♦ En un laboratorio a escala en la Universidad de Drexel se evaluaron los sistemas de tratamiento del lixiviado, con el propósito de caracterizar la biodegradación de la materia orgánica con y sin la adición de químicos (E.P.A. op. cit.).

El sistema consistió de 5 unidades aeróbicas, tratadas diferente y manejadas igual; además se incluyó la preparación de un cultivo con lodos activados con aireación del lixiviado. Cada unidad experimental fue sembrada con este cultivo y fue aireada a un porcentaje de 94 lb de aire por gramo de Carbono Orgánico Total (COT) (1,500 pies³ por lb COT).

El valor de COT decrece rápidamente durante los primeros 6 días y después se aproxima al límite. Los resultados indicaron que hay componentes de lixiviado que no son fácilmente tratados en un sistema de tratamiento aeróbico.

Ningún tratamiento biológico o fisicoquímico aplicado al lixiviado, es capaz de reducir la DBO más del 80%. Se piensa que existen 2 razones para la pobre eficiencia de la remoción de cada sistema individual: el alto porcentaje de materiales orgánicos con gran peso molecular y la inhibición biológica causada por la presencia de metales pesados. El tratamiento fisicoquímico es necesario para remover los

metales y también para hidrolizar algunos orgánicos y el tratamiento biológico para estabilizar la degradación de la materia orgánica.

De hecho, las unidades biológicas pueden ser inhibidas debido al efecto tóxico de los metales. Consecuentemente, el proceso químico y o físico es necesario para la remoción de sustancias totales de estos materiales. El tratamiento con cal es efectivo por que crea las condiciones alcalinas bajo las cuales los metales se convierten en insolubles. Las condiciones óptimas no son iguales para todos los metales; en general el pH óptimo está entre 7/10.3. Como ejemplo, el cromo hexavalente no es removido por la adición de cal, a menos que sea previamente reducido a cromo trivalente.

Estos estudios demostraron que el tratamiento aeróbico del lixiviado es factible y que el pretratamiento puede ser requerido. La precipitación de cal parece ser más favorable, si existe un pretratamiento.

En la fracción orgánica del lixiviado se encontraron sustancias no fácilmente asimilables por microorganismos, y se piensa que el tratamiento químico es necesario para remover los restos sólidos orgánicos.

♦ Por lo tanto, Chian y Dewalle (1976) concluyeron que el lixiviado colectado de rellenos sanitarios recientes es mejor tratado biológicamente. Esto es porque la fracción orgánica de tal lixiviado esta compuesta predominantemente por ácidos volátiles libres, los cuales son fácilmente biodegradables por medios aeróbicos o anaeróbicos. Por otro lado, el lixiviado de rellenos viejos es más eficientemente manejado por procesos fisicoquímicos, porque éstos residuos sólidos orgánicos son más resistentes a la biodegradación; además, concluyeron que el carbón activado y la ósmosis inversa fueron los métodos fisicoquímicos más eficientes en términos de remoción de orgánicos.

Los tratamientos que resultaron ser efectivos en el tratamiento de lixiviados fueron los siguientes (SARH, 1985):

Lodos activados.

Este tratamiento consiste en poner en contacto el agua residual con una masa biológica preformada en un tanque de aireación, con la finalidad de lograr que la materia orgánica presente en el agua residual sea degradada o descompuesta a sustancias más simples e inocuas para el ambiente, a través de los organismos presentes en los floculos.

En general, las bacterias presentes en el sistema de lodos activados son **Gram Negativas** e incluyen miembros de los géneros: *Pseudomonas*, *Zooglea*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Bocardia*, *Idellovibrio*, *Mycobacterium* y dos bacterias nitrificantes, *Nitrosomas* y *Nitrobacter*.

Adicionalmente, pueden también estar presentes varias formas filamentosas, tales como: *Sphaerotilus*, *Baggiatos*, *Thiotrix*, *Lecicothrix* y *Geotrichum*.

Intercambio iónico.

Es el proceso mediante el cual los iones que entran en contacto con determinadas sustancias sólidas (llamadas cambiadores de iones) son absorbidas por éstas, cediendo a la vez otros iones. Este cambio de iones solo puede realizarse entre iones que tengan la misma naturaleza eléctrica, es decir iones positivos sólo se intercambian con iones positivos y iones negativos sólo se intercambian con iones negativos.

Los materiales insolubles que se utilizan para el intercambio iónico pueden ser compuestos inorgánicos naturales sintéticos y compuestos orgánicos naturales o sintéticos.

Adsorción con carbón activado.

El carbón activado es muy eficaz para eliminar la mayoría de los sabores y olores que se encuentran en un abastecimiento de agua. Generalmente se emplea en forma de polvo fino, en dosis que varían desde 1.2 hasta 6 gr/m³. A veces se requieren dosis mayores, hasta de 36 gr/m³, durante periodos cortos de tiempo.

Para la reducción de olores y sabores del agua por adsorción de las sustancias ofensivas sobre carbón activado, se emplea la aplicación directa, en los procesos de tratamiento de aguas. La columna o lechos de carbón activado granular, se emplea para:

- ◆ concentrar los contaminantes orgánicos del agua,
- ◆ para propósito de su análisis o
- ◆ para la remoción de los contaminantes. Algo de la remoción de las sustancias productoras de color y de otros contaminantes durante la coagulación puede ser el resultado de la adsorción. De hecho algunos procesos utilizan este fenómeno para reducir la sílice, los fluoruros o sustancias radiactivas.

Ósmosis inversa.

La ósmosis inversa es de alguna forma similar a la filtración, ambos procesos implican la separación de un líquido a partir de una mezcla que se hace pasar a través de un dispositivo que retiene los otros componentes; a cuyo proceso se le aplica una presión mayor a la presión osmótica de la solución, concentrando así los componentes y permitiendo la purificación del agua contaminada.

Las ventajas del proceso de la ósmosis incluyen:

1. Remoción de un alto porcentaje de materia orgánica, turbiedad, bacterias y virus, así como materia inorgánica.
2. Las eficiencias de remoción y consumo de energía permanecen cerca de lo estable sobre el rango de sólidos disueltos presentes en la mayoría de las aguas residuales.
3. Los residuos de salmuera contienen solamente sales removidas más una pequeña cantidad de ácido para el control del pH.

De los tratamientos antes mencionados, ninguno de ellos se lleva a cabo en el Distrito Federal y posiblemente en ninguna parte del país. Algunos de ellos resultan ser costosos, tanto por su adquisición como por su operación, aunque bien vale la pena desarrollar una tecnología propia y aplicar algunos de estos tratamientos.

Por su bajo costo de construcción y operación, el tratamiento recomendado para países de escasos recursos, como el nuestro, es el de las lagunas de estabilización, tratamiento que si se aplica a las aguas residuales del sur del Distrito Federal.

Lagunas de estabilización.

Las lagunas de estabilización o también llamadas de oxidación, son estructuras simples, para embalsar agua, relativamente someras (de 1 a 4 m), de forma y tamaños controlados y diseñados para el tratamiento de aguas residuales y con periodos de retención de uno a cuarenta días. Las lagunas de estabilización son especialmente útiles en países como México, además de la beneficiosa intervención del sol y el viento los que son, los elementos importantes en este tratamiento.

Cuando las aguas residuales son descargadas en las lagunas de estabilización, se realiza en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido con el nombre de autodepuración, o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico y bioquímico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas con alto contenido de materia orgánica biodegradable.

Existen diversos tipos de lagunas que se caracterizan por el tipo de degradación que se efectúa, siendo éstas:

- a) Lagunas aeróbicas
- b) Lagunas anaeróbicas

c) Lagunas facultativas

Un ejemplo de uso de las lagunas de estabilización, son las lagunas de igualación utilizadas en el Complejo de Cosoleacaque. Ver. -PEMEX-, en donde se controlan las variaciones de concentración, temperatura, oxígeno disuelto, etc. para evitar contaminación en el Pantano Las Matas de Cosoleacaque, Ver. (Galván, 1993).

En el Distrito Federal es reciente la implantación de rellenos sanitarios por lo que el desarrollo de estudios sobre el manejo, tratamiento y disposición final de la basura es actual y muy deficiente.

En los rellenos sanitarios existentes en la ciudad, no se desarrollaron sistemas de captación, conducción y tratamiento, por lo que se desconoce por completo la composición, el comportamiento y la cantidad de lixiviados que se generan día con día, así como su efecto contaminante tanto en el suelo, la vegetación y, algo más importante, en las aguas subterráneas de las que se abastece de agua potable el Distrito Federal.

A principios de los 90's se estuvo desarrollando un tratamiento de tipo biológico para lixiviados, en el que se emplearon microalgas (tratamiento ficológico) de la especie Spirulina máxima como agente depurador. Este trabajo fue a nivel experimental obteniéndose, en general, buenos resultados en la renovación superior al 90% de la materia orgánica y de algunos metales pesados. Los resultados permiten contemplar este tratamiento como una alternativa de amplias perspectivas (Sociedad de Ingeniería, 1990). Aunque uno de los problemas que siempre se contemplan es la falta de apoyo técnico y económico a los trabajos de investigación.

Por otro lado, se pretendió implementar en nuevos rellenos sanitarios el uso de geomembranas, que permitieran captar y conducir el lixiviado hacia plantas de tratamiento. En el relleno sanitario de "Prados de la Montaña", se implementó la geomembrana en una pequeña superficie. Esta no cumplió con su cometido debido a inconvenientes técnicos principalmente.

4.3.1.3 Sistemas de captación y conducción.

Estos sistemas se aplican exclusivamente al biogás.

Un primer sistema requiere de la perforación de pozos o zanjas de un diámetro de 30 cm, rellenos con grava, cuya profundidad esta por debajo de la base del relleno sanitario para asegurar la captación de todos los gases; los pozos en su parte superior deben estar libres de vegetación.

En otro procedimiento, se colocan tubos perforados de PVC de 8 a 10 cm de diámetro. Los ductos se colocan entre la última celda superior y el material de cubierta final.

El sistema más económico es la instalación de estructuras de malla rellenas de piedra. Las estructuras miden de 0.6 m a 1 m de lado con una profundidad de unos 30 cm por debajo de la base del relleno y en la parte superior se cubre dejando un tubo en forma de cuello de ganso.

El número de pozos de captación y extracción del biogás, depende de la cantidad de residuos a depositar diariamente, de la profundidad promedio y del área del mismo.

Conducción. Una vez captado puede ser conducido a los quemadores o puede ser almacenado para ser aprovechado. En el primer caso, el biogás al ser captado es quemado de manera que no se disperse en la atmósfera. Los quemadores, en general, se encuentran ubicados en la parte superior de los pozos de venteo, y éstos son los ductos a través de los cuales se capta el biogás para ser venteado o quemado.

Un sistema de conducción consiste en colocar una capa de arcilla compactada de un espesor de 0.45 a 1.5 m en la base del relleno controlando el movimiento de los gases y obligándolos a que fluyan en una sola dirección, hacia la parte superior del relleno.

Para ser aprovechado se debe contar con un sistema de almacenamiento que permita darle el empleo adecuado.

Como se mencionó, el biogás está compuesto en su mayor proporción de metano (CH_4), el cual tiene un alto poder calorífico (de 4 500 a 6 500 kilocalorías/m³), lo que le permite ser un compuesto altamente combustible, ya que 1 m³ de biogás sustituye como combustible a (Instituto de Investigaciones Técnicas, s.a.):

- a) 0.61 lt de gasolina
- b) 0.58 lt de petróleo
- c) de 0.5 a 1.5 kg de leña
- d) 0.74 kg de carbón vegetal
- e) 1.43 kwh de energía eléctrica
- f) 0.58 lt de kerosene (petróleo)

El biogás puede ser utilizado como combustible para estufas, lámparas, refrigeradores, calefacción, etc. o bien máquinas de combustión interna.

Una vez que el biogás es captado puede ser almacenado en tanques herméticos (adecuados) y de ahí distribuirse de acuerdo al uso que ha de dársele.

La utilización de biogás en equipos comerciales requiere de adaptaciones sencillas para quemarlo eficientemente. En general los quemadores diseñados para gas LP se adaptan utilizando mayores espreas y distintos ajustes de aire primario. Para la adaptación de motores de combustión interna, se puede optar por la modificación del carburador de gasolina o bien usar un carburador especial para gas.

De los rellenos sanitarios que están operando en el Distrito Federal, solo dos cuentan con sistemas de captación de biogás. En el caso de "Bordo Poniente", se implementó un sistema a base de tambos metálicos de una capacidad de 200 litros rellenos de grava, ubicados dentro de las celdas, los que se sobrepusieron uno con otro, conforme aumentó la capa de residuos. Los tambos se cubrieron con aceite quemado para evitar la corrosión.

Actualmente, el sistema no es muy eficiente pues uno de los principales problemas que se tiene, es que no reciben mantenimiento y sus conductos están obstruidos.

En "Prados de la Montaña", se ubicaron nuevos pozos de venteo, porque el sistema anterior fue destruido al depositar los residuos en el sitio. El sistema de captación consta de tubos perforados de PVC, ubicando pozos de venteo en donde se depositó un mayor espesor de residuos. Cada uno de los cuales cuenta con un quemador (pebetero), para quemar el biogás.

En "Santa Catarina", también se han implementado los pozos de captación de biogás con el mismo sistema que en Prados de la Montaña

4.3.1.4 Sistema de monitoreo de biogás.

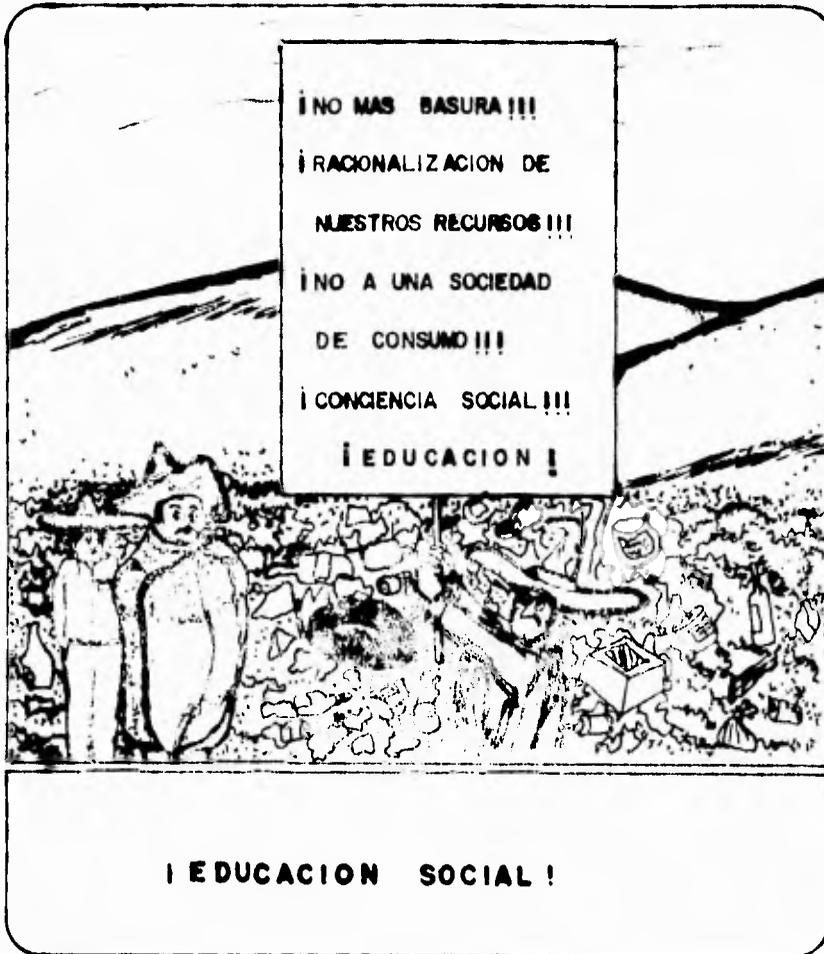
Hasta 1990 el monitoreo se realizaba con un aparato denominado explosímetro.

El explosímetro es un indicador de gas combustible, portátil, para determinar rápidamente la presencia de gases o vapores combustibles en el aire, además de gases tóxicos y oxígeno. Se usa en aplicaciones tales como pruebas de registros de inspección y alcantarillas que contengan cables, pruebas de recintos cerrados como los de tanques y otros recipientes; verificación de áreas confinadas en plantas tratadoras de aguas residuales, etc. Este aparato está calibrado para lecturas en porcentaje del 0 al 100% de explosividad.

Actualmente se realiza un monitoreo para conocer la composición química en porcentajes del biogás. Los principales gases que se detectan por cromatografía en el análisis del mismo, son: hidrógeno, oxígeno, bióxido de carbono y metano.

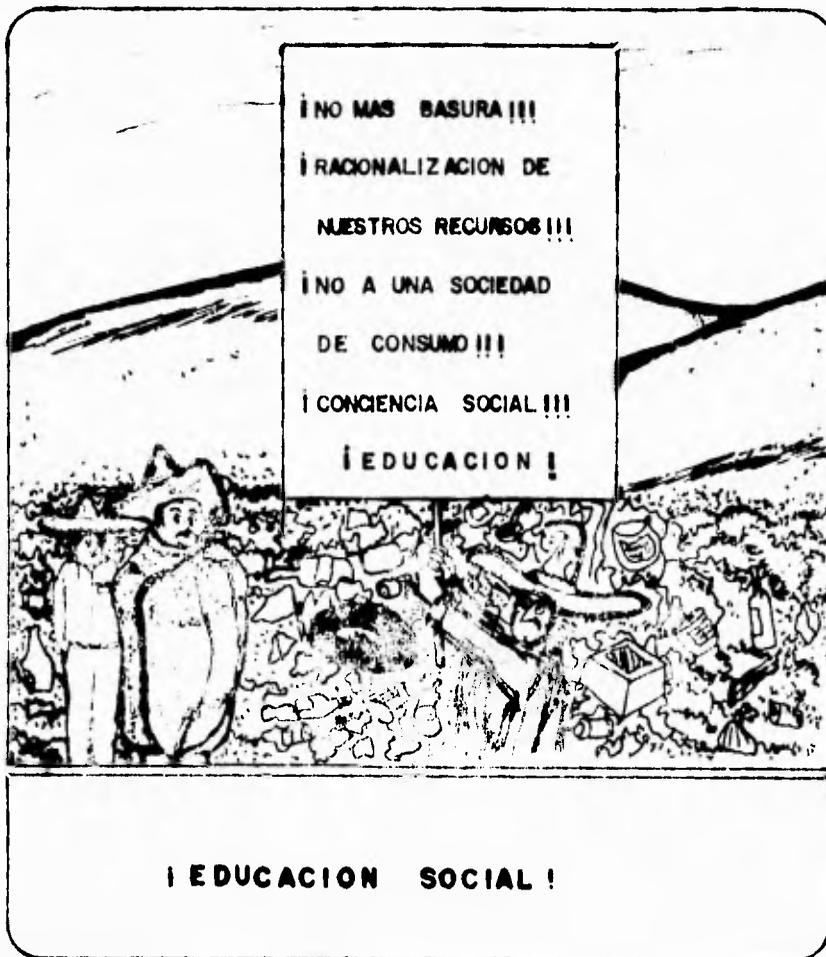
CAPITULO 5

ALGUNAS PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS GRANDES VOLUMENES DE RESIDUOS EN EL D.F.



CAPITULO 5

ALGUNAS PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS GRANDES VOLUMENES DE RESIDUOS EN EL D. F.



CAPÍTULO 5

ALGUNAS PROPUESTAS PARA REDUCIR LOS GRANDES VOLÚMENES DE RESIDUOS EN EL DISTRITO FEDERAL

Con base en los resultados obtenidos y la experiencia adquirida en el campo de los residuos sólidos se considera necesario dar algunas propuestas, que contribuirán a disminuir los grandes volúmenes de basura que se generan diariamente en la ciudad y como consecuencia se logrará reducir los altos niveles de contaminación de suelos, agua y atmósfera, generada por residuos sólidos. Se propone lo siguiente:

a) Separación de los residuos sólidos

La responsabilidad total relacionada con el manejo y la disposición de los residuos sólidos no es exclusiva de las autoridades, sino se comparte con toda la población; de ahí puede decirse que "la solución somos todos", pues si todos generamos residuos sólidos, todos debemos participar, separando los desechos en: orgánicos e inorgánicos y, además, se lograría simplificar y dignificar el trabajo de los recolectores que se realiza en infimas condiciones. Esta actividad permitirá proteger el ambiente y conservar los recursos.

b) Recuperación de subproductos.

Es necesario recuperar subproductos, una vez separada la materia orgánica de los desechos sanitarios y de los residuos inorgánicos, se pueden recuperar los subproductos reciclables como: el papel y cartón, envases de plástico rígido, latas metálicas y de aluminio, entre otros. La separación de los residuos desde su punto de generación es primordial, porque se recuperan gran parte de los empaques o envases, libres de olores fétidos y si es papel o cartón, este se puede reciclar, ya que sucio no tiene ningún valor y de esta manera se pueden controlar los malos olores y los volúmenes excesivos de basura.

c) Comercialización de los subproductos.

Ya separados se pueden conservar los subproductos recuperados con el objeto de comercializarlos en centros de acopio que los compren, aunque el inconveniente es, que sus precios son bajos. El papel y el cartón constituyen el 15.7% de los desechos generados en el Distrito Federal, si no se mezclan con otros residuos pueden conservarse almacenados por un tiempo y posteriormente venderlos en los centros de acopio. En caso de no tener paciencia para su almacenamiento se pueden entregar a los recolectores o al servicio de limpia ya separados; pues éstos rescatan los subproductos comerciales, los venden a los centros de acopio y éstos a su vez los comercializan con las industrias respectivas. Cabe señalar, que algunos centros de acopio se especializan en la compra de ciertos subproductos.

Para muchas de las colonias del Distrito Federal que carecen del servicio o lo reciben eventualmente, resulta conveniente y necesaria la separación de los residuos desde su generación, pues de esta manera se pueden reducir los grandes volúmenes de desechos, los malos olores y la proliferación de insectos y roedores.

d) Calendario de recolección semanal.

La recolección de los desechos separados se puede planear, esto significa establecer un calendario de recolección semanal en el que se establezcan días específicos para recolectar materiales inorgánicos, como por ejemplo: los lunes se recolectan papel, cartón y vidrio; los miércoles, latas metálicas y de aluminio, plásticos rígidos y otro tipo de plásticos, y los viernes puede recolectarse materia orgánica y residuos sanitarios, así como otros desechos inorgánicos. Los restos orgánicos y sanitarios pueden almacenarse en bolsas de plástico blancas o de color hasta el momento de la recolección, así se puede identificar la materia orgánica útil para la elaboración de composta. El cambio es paulatino porque es difícil educar y concientizar a la comunidad, pero es necesario y se puede iniciar el calendario comenzando por aquellas zonas que si reciben el servicio, con cierta regularidad y poco a poco involucrar a toda la población.

e) Apoyo al programa de separación y recuperación.

Se puede dar a través de una infraestructura que incluya la distribución estratégica de centros de acopio y de la recolección alternada de subproductos recuperados.

f) Elaboración de composta.

Una vez separada la materia orgánica e identificada, su selección es más fácil y la producción de composta resultaría ser de mejor calidad. Ya existe un programa para seleccionar subproductos inorgánicos en la Planta Industrializadora de San Juan de Aragón y en Bordo Poniente, así que se puede pensar en recuperar la materia orgánica para producir composta y destinarla a viveros y a campañas de reforestación, en lugar de explotar el suelo de otros sitios y producir mayor alteración ecológica de la que ya existe.

Los residuos alimenticios y los restos de jardinería constituyen el 48.1% de los desechos sólidos capaces de ser procesados en rico suelo denominado composta. Por los residuos alimenticios que se depositan en los vertederos, podría decirse que México no es un país pobre, pues se estima que la población del Distrito Federal desecha aproximadamente 65 mil kilos de pan y tortilla, 35 mil kilos de frijol y 30 mil de arroz, sin contar otros alimentos (Serrano, op. cit.).

De este gran volumen de materia orgánica que se genera diariamente, solo una pequeñísima parte era convertida en rico suelo en la Planta Industrializadora de San Juan de Aragón, pero para esta década de los 90's se dejó de producir composta, debido a que no se creó un mercado de consumo para comercializarla. Esto dió como resultado una actividad incosteable y en la actualidad se dice que se esta incinerando la basura.

La materia orgánica desechada en cada hogar, puede ser almacenada en bolsas de plástico debidamente selladas, para que ésta se degrade de manera anaeróbica o en un recipiente de plástico con perforaciones en la tapa, puede depositarse la materia orgánica y alternarse con tierra regándola y mezclándola con frecuencia hasta obtener composta, para mejorar el suelo de los jardines o de las macetas de los hogares o de las áreas verdes públicas vecinas a los domicilios.

Aquellos hogares que tienen jardines pueden destinar una superficie pequeña (1 m²) para producir composta en donde coloquen una capa de materia orgánica y una capa de suelo, otra de materia orgánica y otra de suelo y, así sucesivamente. En algunas ocasiones será necesario deshacerse de los residuos orgánicos, pero de manera ordenada.

g) Consumo de productos con envases retornables.

Otra manera de actuar en beneficio del medio, es optar por consumir productos que cuenten con envases retornables, puesto que adquirirlos con envases no retornables se traduce en un costo superior, que va en detrimento del salario y obviamente del ambiente. Los envases no retornables de diversos tipos se han hecho muy comunes y la utilidad y aprovechamiento de los recursos deben estar en función de las necesidades y desarrollo económico del país.

El vidrio transparente es un subproducto recuperado en los vertederos con probabilidades a serlo desde su generación y, sobre todo si los envases no son destruidos, porque de ser así, se pierden en su totalidad.

h) Eliminar envolturas extras

Es conveniente rechazar las envolturas extras, como son las bolsas de polietileno que se han hecho tan comunes. Es necesario sustituirlas por bolsas de fibra natural, por ser biodegradables y cuya vida útil es mayor. Estas opciones deben ser resultado de la iniciativa de la población. El uso desmedido de los plásticos, es hasta cierto punto inevitable, pues basta consumir hasta el mínimo producto para ser acompañado de una bolsa de polietileno o bien, de un envase no retornable, cuyo proceso ha llevado al costumbrismo. Los plásticos son productos derivados del petróleo, no biodegradables y representan un serio problema para el ambiente; pues los suelos pierden su fertilidad cuando en ellos se incineran los

plásticos; además desprenden gases tóxicos de cloro y ácido hidroc্লórico, denominados gases clorados, que dañan la salud de los organismos.

Empresarios de la industria del plástico piden al gobierno privatizar el servicio de limpia y los vertederos del país para recuperar 500,000 millones de viejos pesos (El Universal, 1990); esto puede ser una solución al problema de los plásticos. Según el art. 5o. fracc. V y VI del Reglamento de Limpia para el Distrito Federal puede concesionarse el servicio si es necesario. Representantes ecologistas preocupados por el ambiente han pedido a PEMEX elaborar polietilenos biodegradables, el problema es que éste no cuenta con la tecnología para elaborarlos.

i) Divulgación de un programa global y masivo

Incluye la difusión a través de los medios masivos de comunicación, en donde la participación de las autoridades es necesaria.

Este programa debe involucrar a todos los estratos sociales, establecer objetivos bien definidos considerando que la población debe ser re-educada, definiendo términos como residuos orgánicos e inorgánicos que permitan la separación de los desechos de manera homogénea y crear la necesidad de entregarlos separados al servicio de limpia.

j) Denunciar la problemática

Las autoridades, deben publicitar las sanciones por la producción de basura y los inconvenientes ambientales de su disposición, de otra manera la población nunca va a conocer las repercusiones que sobre el medio y la salud pública existen como consecuencia de la misma mano del hombre.

Es necesario que las autoridades correspondientes, trabajen en la publicación de material referente a la contaminación del ambiente por la disposición final de la basura y la manera de contrarrestar sus daños; pues el falsear y ocultar la información y decir que todo está bien no permiten que la población se percate de su responsabilidad y obligación que tiene al generar basura.

k) Los programas de Ecología

Se ha introducido a los planes de estudio la ecología como una de las disciplinas más relevantes de este fin de siglo por ello, deben ser apoyados por personal capacitado y consciente de la problemática ecológica. Pues los mismos profesores carecen de la información y sólo se limitan a definirlo como temas difíciles y con probabilidades a omitirlos en sus programas o por la dificultad de hacerlos comprender, pueden resultar meramente descriptivos y con ello lograr ninguna reflexión en el estudiante y ni siquiera

se aspire a un cambio de actitud en él. En este caso la Dirección encargada del manejo de los residuos sólidos puede llevar a cabo una campaña permanente dirigida a escolares de enseñanza básica y media.

l) Concientizar a la población infantil.

Es necesario crearles hábitos correctos en vez de lograr un cambio de actitud en los adultos. Ya que estos lamentablemente han sido "mal educados" pues toca a los niños de hoy, adultos del mañana: cambiar los modos consumistas generadores de basura. Los adultos debemos moderar estos hábitos para que los niños nos imiten.

m) Programas de recuperación en escuelas.

Las escuelas pueden llevar a cabo programas de recuperación de cartón, papel y latas de aluminio y su comercialización les puede permitir tener fondos para el mantenimiento de los inmuebles.

n) Reciclaje de baterías.

Implementar un programa de recuperación y reciclaje de baterías (pilas de cualquier marca). Estas no representan daños para el consumidor pero en el momento que son dispuestas en los vertederos y expuestas al medio vierten sus ácidos que al lixiviarse contaminan los suelos, los mantos freáticos y las aguas subterráneas.

En una entrevista al presidente de la compañía "Duracel" (Vivó, 1990) afirmó que "en países altamente desarrollados como los de Europa, se lleva a cabo un programa de recuperación de pilas las que son reincorporadas al proceso de producción" Esto significa un cuidado al ambiente y a los recursos naturales. Se cuestionan las razones del programa de recuperación en esos países y en México ¿por qué no?, pues porque la población europea está concientizada y educada y en México no lo está; además de no haber interés por parte de los empresarios para implementar este programa en el país, y es necesario, podrían implementarse la venta de pilas retornables o la recuperación de ellas para su reciclaje.

Es conveniente recordar que la generación de enormes volúmenes de residuos es parte de un patrón cultural, que continúa vigente y cuyas raíces datan de la época colonial en la que la población no ha tenido el cuidado de conservar limpia la ciudad, sino que como parte de nuestra cultura se ha hecho costumbre tirar basura en la vía pública; además de adoptar el papel de una sociedad consumista que invita a adquirir entre otros productos todo tipo de alimentos enlatados, una gran diversidad de bebidas envasadas, dulces de todos tipos, paquetes de todas clases y por lo que a ello se refiere empaques y más empaques cuyo destino final es la basura.

El servicio de limpia en el D.F. siempre ha sido muy costoso para el gobierno. Basta mencionar que en 1989 la ciudad destinaba la cantidad de 750 millones de viejos pesos anuales (Serrano, op. cit.) al servicio de limpia, lo que involucra todo el ciclo. La responsabilidad de ese servicio descansa en el Estado y quizá, el presupuesto que se reserva a este servicio podría destinarse a otros, si la población entendiera y participará de manera conjunta con las autoridades, en programas encaminados a reducir los grandes volúmenes de basura que cada ciudadano genera diariamente.

Es importante pensar que, el que da la pauta para la producción y distribución de los productos es el consumidor; por lo que es una buena medida para inducir al empresario a producir con consciencia y en beneficio de la población y de los sistemas naturales.

Hay que considerar que los medios masivos de comunicación desempeñan muy bien su labor, pues a través de ellos se recibe una invitación abierta a consumir, consumir y consumir; y no se diga, si se aproximan fechas conmemorables que la misma publicidad ha comercializado y utilizado para crear la necesidad de consumir.

La generación de residuos sólidos es inevitable, pero es de menester importancia que la población participe en acciones concretas realizadas en el hogar, pues se requieren de soluciones a largo plazo que aseguren la continuidad del proyecto y no de aquellas que solucionen el problema de manera temporal y momentánea para después pasarlo a otra administración y heredarlo a las generaciones venideras.

CONCLUSIONES

El Distrito Federal genera grandes volúmenes de basura, a razón de 11,000 toneladas diarias de residuos, de los que algunos subproductos se recuperan para reciclarse. Se concluye que aproximadamente una tercera parte de los residuos sólidos generados, se presume se depositan en la vialidad, formando tiraderos clandestinos. Lo que significa que el sistema de recolección no satisface las necesidades de la población.

La disposición anárquica de la basura deteriora la estética del lugar, produce malos olores, representa focos de dispersión de insectos, de roedores y de microorganismos aerotransportables, como bacterias Gram Negativas y coliformes totales que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

En los rellenos sanitarios se controlan los malos olores y los insectos y roedores y los muestreos dan como resultado que la presencia de hongos, coliformes totales y *Salmonella* se encuentran dentro de la norma, según la clasificación de Boutin (Boutin, 1987).

Los depósitos para almacenar los residuos domiciliarios no cumplen especificaciones óptimas, que permitan ser a las etapas de almacenamiento y de recolección higiénicas.

El mayor volumen de residuos desechados es la materia orgánica, cuya principal fuente generadora son los domicilios, y sin embargo, no es utilizada, lo que representa un gran desperdicio de recursos para producir un enriquecedor de suelos.

En los rellenos sanitarios, así como en el tiradero controlado no existen sistemas de captación, conducción y tratamiento de lixiviados, sólo para el biogás, ya que existen una serie de pozos que lo queman o ventean, siendo éste ineficiente, por lo que su impacto en el ambiente es determinante aunque el daño no este cuantificado.

Los rellenos sanitarios en el Distrito Federal no cumplen las especificaciones establecidas por S.E.D.U.E., hoy S.E.D.E.S.O.L.; además no representan la solución a la disposición final de los residuos sólidos a largo plazo, ya que tienen una limitada vida útil, como Santa Catarina que esta por cerrarse y Prados de la Montaña ya fue clausurado.

La construcción de rellenos sanitarios no son la solución permanente, ya que el Distrito Federal carece de las condiciones físicas y de espacio para destinar grandes extensiones de terreno a esta actividad. Por lo tanto, el relleno sanitario debe considerarse como un medio posible mas no como una solución que satisfaga las necesidades de la población a largo plazo.

Debe lograrse una disposición ordenada de los residuos con el objeto de reducir los niveles de contaminación del suelo, del aire y del agua, pues se ignora el grado de contaminación de suelos y mantos freáticos por lixiviados, asimismo no se ha eliminado la existencia de biogás, malos olores y por ende la presencia de microorganismos patógenos e insectos.

La creciente problemática ambiental representada principalmente en las áreas urbanas, tanto por la cantidad como por la calidad de los residuos sólidos ha llevado al manejo inapropiado de los mismos, el cual ha quedado fuera de control.

Es necesario regresar a los envases retornables, que puedan ser susceptibles de ser intercambiados y reutilizados.

Dada la magnitud del problema es prioritario formar grupos de profesionales con la capacidad de tomar decisiones de manera multidisciplinaria. La capacidad y la creatividad deben emplearse para crear una tecnología acorde a las necesidades y desarrollo del país, para no depender de tecnologías extranjeras, caras y atrasadas, fomentar el cuidado del ambiente y educar a una población conciente de su realidad.

BIBLIOGRAFÍA

ARTEAGA M.M., 1987. Determinación de la microflora del socioecosistema impactado por acumulación de desechos urbanos en el bordo de Xochiaca, Estado de México. Para la obtención de proteína microbiana. (Tesis Lic. Biol. E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M.) 80 págs.

A.M.C.R.E.S.P.A.C. 1993. Bosquejo histórico de los residuos sólidos de la Ciudad de México. A.M.C.R.E.S.P.A.C. México 40 págs.

BARRIOS M.C., 1989. Evaluación del impacto ocasionado por el plomo En Ligustrum Japonicum Thunb (trucho). Planta introducida en el extradero de basura de Santa Cruz Meyehualco, México, D.F. (Tesis Lic. Biol. E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M.) 56 págs.

BAUER M.L. y T. Hernández, 1986. Contaminación. Una amenaza para la vegetación de México. Colegio de Postgraduados. Centro de Fitopatología, U.A.CH. 84 págs.

BORNEMISZA, E., 1982. Introducción a la química de suelos. Fac. de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José de Costa Rica. págs. 21-34.

BOUTIN; P, Torre, M. Moliere, J. Boissinot, e. 1987. Bacterial atmospheric contamination in wastewater treatmen plant. En Advances in Aerbiology. G. Bochn y R.M. Leuschner, Birkhauser Verlag, Basler, Boston 371-376

BUCKMAN H. y N. Brady, 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon, Barcelona. 590 págs.

BULL, et al, 1979. Biological Technology of the Treatment of Leachate from Sanitary Land fills. Material fotocopiado. S.E. México.

CANTER K.W., 1986. Environmental Health Impact Assessment. Panamerican Center for Human Ecology and Health, Panamerican Health Organization. World Health Organization. U.S.A. 50 págs.

CASTILLO B.H., 1983. La sociedad de la basura: Caciquismo en la Ciudad de México. Instituto de Investigaciones Sociales. U.N.A.M. (Cuadernos de investigación social No. 9) México. 142 págs.

CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGÍA HUMANA Y SALUD, 1986. "Evaluación impacto ambiental y salud de proyectos de desarrollo" En memorias de: XX Congreso interamericano de Ingeniería sanitaria y ambiental, del 16 al 21 de noviembre. ECO (OPS/OMS) Guatemala.

CLARK D.B., 1984a. Evaluación de Impacto Ambiental: Alcances y objetivos. Documentos de Divulgación. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México. 9 págs.

CLARK D.B., 1984b. "Evaluación de Impacto Ambiental: Alcances y objetivos. Divulgación técnica de Ingeniería Ambiental". In Perspectives on environmental impact assessment. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, O.P.S. págs. 1-9.

CROOK B., et al., 1987. "Airbone Gram Negative Bacteria associated with the handling of domestic waste". In Advances in acrobiology. U.S.A. págs. 371-375.

D.D.F., 1989. "Reglamento para el servicio de limpia en el Distrito Federal". En Diario Oficial de la Federación. 27 de julio de 1989. México. págs. 17-21.

D.D.F. y EL COLEGIO DE MÉXICO, 1986. Atlas de la Ciudad de México. Fasc. 2, 8 y 9. Plaza y Valdés. México.

D.D.F. - D.G.S.U. (inédito), 1989. Disño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. D.G.S.U. México.

DEFFIS C., 1989. La basura es la solución. Concepto México. 277 págs.

DETENENAL, 1978. Carta Edafológica E-14-A-39. México. DETENAL. 1:50 000.

DETENENAL, 1978. Carta Geológica E-14-A-39. México. DETENAL. 1:50 000.

DETENENAL, 1978. Carta Topográfica E-14-A-39. México. DETENAL. 1:50 000.

ENCICLOPEDIA DE MÉXICO, 1985. Imagen de la gran capital. Enciclopedia de México S.A. de C.V. México. págs. 40-65.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1977. Demonstration of a leachate treatment plant. Reproduced by National Technical Information Service. U.S.A. págs. 40-65.

ENVIRONMENTAL PRETECTION AGENCY, 1973. Preventing landfill leachate contamination of water. Gulf-South Research Institute. U.S.A.

FLINTOFF F., (S.A.). Solid wastes management manual. OPS-UNDP. U.S.A. 70 págs.

FORO DE INGENIERIA DE CONSERVACION DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD, 1989. "Recolección y disposición final de los desechos sólidos". En Foro de Ingeniería de Conservación del Sistema Nacional de Salud. I.M.S.S. México, D.F. 40 págs.

GALVÁN M. Impacto ambiental por descarga de aguas residuales en el pantano Las Matas, Municipio de Cosoleacaque, Ver. (Tesis Lic. de Geografía, Colegio de Geografía F.F. y L., U.N.A.M.).

GARCÍA G.A., 1988. "Manejo de residuos sólidos. Problemática Nacional" En Ingeniería Ambiental. México. 1(4): 6-9.

GONZÁLEZ C.E., et al., 1983. "La crisis en la ciudad". En México hoy. Siglo XXI editores. 7a. ed. México. págs. 152-176.

GONZÁLEZ G.J., et al., 1988. Ecología. Temas básicos I. Trillas. 2a. ed. México. 54 págs.

GONZÁLEZ R.A., 1980. Rocedores. Plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. México. 135 págs.

GONZÁLEZ S.G., 1983. El Distrito Federal: Algunos problemas y su planeación. Instituto de Investigaciones económicas. U.N.A.M. México. 230 págs.

GUTIÉRREZ V.J., 1990. "Recuperación de pilas". Comunicación verbal. Monitor de la Mañana. Noticiero. México, D.F. 5 de diciembre.

HANKS T.G., 1967. Solid waste. Disease relationships. U.S. Department of Health. Education and Welfare. Public Health Service. Cincinnati. 179 págs.

HSIUNG K.Y. y A. Metry, 1982. Hazardous waste processing technology. England. 549 págs.

I.N.A.P., 1988. Manejo de los desechos sólidos: El caso del Distrito Federal. I.N.A.P. México. 66 págs.

I.N.E.G.I., 1988. Atlas del medio físico. I.N.E.G.I. México. págs. 93, 111, 129.

I.N.E.G.I., 1990. Datos preliminares del censo 1990. I.N.E.G.I. México.

I.N.E.G.I., 1990. La población de México en 1990. I.N.E.G.I. México. 38 págs.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. (S.A.) Plantas de biogás: Diseño, Construcción y operación. Guadalupe LTDA. Colombia. 103 págs.

JUÁREZ M., et al., (inédito). Estudio comparativo de la composición de lixiviados de residuos municipales. División Ciencias Básicas e Ingeniería, U.A.M. Azcapotzalco. México. págs. 43-58.

LAROUSSE, 1988. Diccionario Enciclopédico Ilustrado. 3a. ed. Larousse. México.

LÓPEZ G.J., et al., 1975. Basura urbana. Recogida, eliminación y reciclaje. Editores Técnicos Asociados. Barcelona. 293 págs.

LÓPEZ G.J., et al., 1980. Eliminación de los residuos urbanos. Editores Técnicos Asociados. Barcelona. 351 págs.

LÓPEZ P. y M. Ramos, 1982. El medio ambiente en México: Temas, problemas y alternativas. Fondo de Cultura Económica. México.

LÓPEZ R., 1990. "El impacto de los desechos sólidos sobre el medio. El problema de la basura apenas comienza cuando usted la pone en su lugar". Difusión Ciencias. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. México, D.F.: octubre, 1990. núm. 20. págs. 37-41.

LORA S.F. DE y J. Miro Ch., 1978. Técnicas de Defensa del Medio Ambiente. Labor, s.a. España.

MANDUJANO I. y A. Martínez, 1981. Biogás: Energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. Manual para el promotor de la tecnología. Instituto de Investigaciones Eléctricas. Organización Latinoamericana de energía (OLADE). 41 págs.

MARTHA ELENA, 1987. "La niña que envejeció en un año. Planes chicos para una ciudad larga". Información Tecnológica y Científica. Agosto de 1987. Vol. 9, núm. 131. México. págs. 21-23.

METCALF C.L. y W. Flint, 1988. Insectos destructivos y su control. 9a. ed. C.E.C.S.A. México. 1208 págs.

MINISTERE DE L' ENVIRONNEMENT. Federation Nationale Des Activités Du Déchet. Recogida, tratamiento y valorización de residuos sólidos urbanos. 2a. ed. Agence Nationale Pour La Recuperation Et L'elimination Des Dé chets S.A. Francia. 80 págs.

ODUM E.P., 1988. Ecología. 3a. ed. Interamericana. México. 639 págs.

OWEN O.S., 1986. Conservación de recursos naturales. PAX-MÉXICO. págs. 53-82.

PADILLA M.C., 1987. La basura. ¿Contaminante sin solución?. Aprovechamiento y beneficio de los desperdicios. México. 44 págs.

PADILLA M.C., 1987. Desarrollo urbano ideal. México. 24 págs.

PORTILLA G.E. y A. Zavala H., 1990. Oikos Un diccionario de Ecología. U.A.M. México. 102 págs.

PORRÚA, 1977. Diccionario Porrúa. 13 ed. Porrúa. México.

RESTREPO I. y D. Phillips, 1982. La basura. Consumo y desperdicio en el Distrito Federal. Instituto Nacional del Consumidor. México. 193 págs.

ROSAS P.I. (inédito). Estudio aerobiológico en una estación de transferencia durante el manejo de desechos sólidos de origen doméstico. Instituto Ciencias de la Atmósfera. U.N.A.M.

SALVAT EDITORES, S.A. 1979. La contaminación. Biblioteca Salvat de Grandes Temas No. 1. Salvat Editores. Barcelona. 144 págs.

S.A.R.H. 1985. Manual de tratamiento de aguas residuales para reuso. S.A.R.H. México. 1 y 2 volúmenes.

S.E.D.U.E. 1986. Ley General de Protección al Ambiente. Serie de normatividad ecológica No. 1. S.E.D.U.E. México. 44 págs.

S.E.D.U.E. 1988. Manual de rellenos sanitarios. S.E.D.U.E. México.

S.E.D.U.E. 1989. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Gaceta Ecológica. S.E.D.U.E. México. 60 págs.

SERRANO M.A., 1990. "La basura en el D.F. Tranquilos que hay para todos". Semanario para ver, leer y pensar. México, D.F. Septiembre, 26. 1990. Volumen 1, núm. 33. págs. 37-41.

SHIGHIGEISA I. W., 1982. The health and environmental Significance and management practice of industrial and hazardous waste. Western Pacific Regional Centre for the Promotion of environmental planning and applied. Studies. U.S.A. págs. 153-190.

SOCIEDAD DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 1990. "Vermicompostaje de residuos sólidos". En memorias de: 7o. Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, del 16 al 23 de septiembre. Oaxaca, Méx. págs. E1-E2.

SOCIEDAD DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 1990. Aplicación de microalgas para el tratamiento de líquidos percolados de residuos sólidos". En memorias de: 7o. Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, del 16 al 23 de septiembre. Oaxaca, Méx. págs. E63-E66.

TAIGANIDES E.P., 1980. "Biogás. Recuperación de energía de los excrementos animales". En Mundial de Zootecnia (F.A.O.). Agropccuaría Hemisferio Sur. Uruguay. 37 págs.

TAYLOR M.E., 1982. "Hazardous waste disposal". In Industrial and hazardous waste control. Western Pacific Regional Centre for the Promotion of Environmental Planning and Applied Studies. U.S.A. págs. 153-190.

TEUSCHER H. y R. Adler, 1985. El suelo y su fertilidad. 9a. ed. C.E.C.S.A. México. 510 págs.

THOMAS C.E., 1987. Ecología y Biología de poblaciones. Interamericana. México. 182 págs.

TREJO V.R., 1987. "La disposición de desechos sólidos urbanos". Ciencia y Desarrollo. México. 74(XIII): 1987. págs. 79-89.

TURK A., et al., 1988. Tratado de Ecología. Interamericana. México. 542 págs.

UNIVERSAL, EL. "Piden privatizar el servicio de limpia y tiraderos del país". El Universal. México, D.F. Septiembre, 18, 1990:3.

WALLER R.A. y R.E. Bradfield, 1975. The environmental impact of solid waste. Institute of Solid Wastes Management. 77 th annual conference. Brighton. 21 pags



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA