

74
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

MANEJO, TRATAMIENTO E INDUSTRIALIZACION
DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN MEXICO

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION
MANCOMUNADO

Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a n

JOSE LUIS MORENO RAMIREZ
GILBERTO MORENO RAMIREZ

MEXICO, D. F.

1991

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

	<u>PAGINAS</u>	
3.1.	Tratamiento con Obtención de Productos Comercializables.	41
3.2.	Tratamiento sin la Obtención de Productos Comercializables.	41
3.2.1.	Métodos no Sanitarios.	42
3.2.1.1.	Tiradero de Aire Libre.	42
3.2.1.2.	Enterramiento Controlado.	43
3.2.2.	Métodos Sanitarios.	44
3.2.2.1.	Relleno Sanitario.	44
	1.- Capacidad del Sitio	
	2.- Control de Lixiviados	
	3.- Control de Gases	
	4.- Tipos y Métodos Vertido	
3.2.2.2.	Incineración	80
3.2.2.2.1.	Incineración a Alta Temperatura	81
3.2.2.2.3.	Incineración en Lecho Fluidado	86
CAPITULO IV INDUSTRIALIZACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS		
4.1.	Reciclaje	92
4.1.1.	Características de Algunos Materiales Reciclables	93
4.2.	Pirólisis	99
4.3.	Composteo	101
4.3.1.	Fermentación Natural	102
4.3.2.	Fermentación Acelerada	103
4.4.	Compactación	110
4.5.	Otros (Hidrogenación, Oxidación y Deshidratación)	113

CAPITULO V EFECTOS EN LA SALUD, EL MEDIO AMBIENTE Y
PERSPECTIVAS EN MEXICO DE LOS DESECHOS -
SOLIDOS.

- 5.1 Efectos de los Desechos Sólidos Sobre la Salud.
- 5.1.2 Contaminación del Suelo.
- 5.1.3 Contaminación del Agua.
- 5.1.4 Contaminación del Aire.
- 5.2 La Basura en el Futuro.
- 5.3 Los Desechos Sólidos en el D.F. para el año 2000.

CAPITULO VI CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

GENERALIDADES

INTRODUCCION.

El propósito de abarcar el tema de contaminación ambiental, es el mostrar la importancia que significa en nuestros días guardar nuestro mundo en buenas condiciones de tal forma que se pueda conservar por siempre el milagro que significa la vida en la tierra.

Por sus actividades biológicas ó de producción de satisfactores, el hombre produce desechos ó residuos en tres formas principales: - Gaseosas, Líquidos ó Sólidos. La naturaleza tiene cierta capacidad de aceptar estos residuos y reintegrarlos a un ciclo sin causar mayores problemas al hombre ó al medio ambiente. Cuando esta capacidad receptora se ve excedida, se producen los problemas ecológicos irreversibles de todos conocidos.

En la actualidad cuando nos referimos al término contaminación de inmediato pensamos en aire y agua sin incluir uno de los problemas más grave en nuestras ciudades que es el de desperdicios sólidos y - así vemos en las calles baldías, ríos, carreteras, campos de cultivo, y jardines , grandes acumulaciones de basura que dan al paisaje un aspecto bastante desagradable a parte de los problemas de contaminación que estos desperdicios ocasionan. (4).

Tampoco debemos olvidar los residuos generados por la industria, ya que por su naturaleza resultan ser los más peligrosos al respecto, podemos decir que en varios Países no existen los suficientes centros de confinamiento controlado que permiten asegurar el buen destino de-

dichos residuos, encontrándoseles deseminados por todas partes ó lo que es peor, encontrándose en las zonas industriales y lo que es más, se carece en algunos de reglamento locales acordes a las disposiciones de su legislación ambiental. (6).

En México llamado País en vías de desarrollo, subdesarrollado ó tercermundista, el problema de los residuos sólidos es grave, debido a la falta de tecnología en el campo de el tratamiento de los residuos sólidos, teniendo en este rubro un atraso de más de 10 años. Obtener dicha tecnología resulta caro y en muchos casos la que se ha obtenido resulta inadecuada.

El Departamento del Distrito Federal (D.D.F.) y los municipios en México, enfrentan a diario el problema del Manejo y disposición final de residuos sólidos, utilizando para el manejo gran parte de sus recursos técnicos y económicos, así como su tiempo y personal en forma intensiva; para la disposición final no recibe en su inmensa mayoría de los casos la atención debida, ya que se recurre al método más simple del TIRADERO A CIELO ABIERTO, provocando los impactos ambientales por todos nosotros conocidos. Dichos tiraderos son a su vez causa de arraigo de problemas de marginación social al proporcionar trabajo a un número determinado de personas llamadas "PEPENADORES", que viven de los sub-productos recuperables de los desechos sólidos; y además algo muy importante es que presentan peligros potenciales de Salud, Pública. (14).

Por tanto el objetivo de éste trabajo es mostrar de los métodos-

3.-

existentes, aquel que por su eficiencia es a la fecha el más efectivo en otros Países; para obtener ésta conclusión nos apoyamos en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.).

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 BASURA, DESECHOS O RESIDUOS SOLIDOS.

En la basura se aglutinan miles de productos que por alguna razón dejan de tener un valor económico, de uso, cultural o emocional.

Cualquier persona arroja a la basura todo aquello que ya no le sirve en lo inmediato, actitud condicionada a su situación social, sus expectativas de vida, así como por sus estados de ánimo.

Así la llamada basura contiene una gama de productos que guardan valores energéticos, económicos ó de uso para otras instancias sociales. En este orden de ideas, la basura deja de tener una connotación negativa para transformarse en un producto que puede tener valor en nuestro sistema socio-económico. El término basura generalmente se aplica a los desperdicios generados en casas-habitación o comercios como los restaurantes.

La palabra desecho sustituye al de la basura, y se refiere a que todos los desperdicios generan materia imposible de reciclar, recuperar, o utilizar con o sin tratamiento; así por ejemplo incinerar la basura contribuye a reducir su volumen grandemente, sin embargo la escoria o ceniza producida es de desecho que tiene que ser dispuesto de la mejor manera posible, igualmente ocurre con los desechos automovilísticos prensados, la compactación reduce el volumen pero hay que disponer del producto resultante.

5.-

En este sentido si se asume que hay un desecho producido por el tratamiento, también debe haber un residuo.

El residuo es aquella parte de los desperdicios que sobran de un proceso, pero que tiene algún valor. Este término no es muy aplicable para los desperdicios generados por la industria, como podrían ser los residuos mineros o agro-industriales. (14).

De esta manera la palabra residuo es más apropiada para nombrar todo aquello que consideramos basura, desecho ó desperdicio, incluso en aquellos restos originados de la actividad biológica (orin, heces fecales .) , los productos domésticos y los derivados de actividades industriales, (tierras minerales, lodos, desperdicios agropecuarios .

Dado que los desperdicios deben ser incorporados a los ciclos productivos y económicos, el término residuo nos empieza a condicionar a pensar en lo que se llama basura, como un recurso o materia prima a utilizar en distintos niveles. (15).

1.2 ¿QUE SON LOS RESIDUOS SOLIDOS?

Los residuos sólidos son todos aquellos materiales que se desechan en los procesos productivos y de consumo, que no son obviamente ni líquidos, ni gaseosos.

Tradicionalmente se piensa en residuos sólidos como aquellos productos domésticos o comerciables y que solamente son colectados por el sistema de limpia.

Sin embargo, de todas las actividades de producción, se generan muchos más residuos que en general son más importantes en cuanto a cantidades y ciertas cualidades que los desechos urbanos. Entre estos están desperdicios agroindustriales y agropecuarios, los desechos mineros peligrosos y no peligrosos, desechos pesqueros, desechos de hospitales, desechos de industrias químicas, farmacéuticas, laboratorios de investigación.

Cada uno de estos tipos de residuos debe tratarse de distinta manera pues sus propiedades, forma de producción, peligrosidad, impacto ambiental y posibilidades técnicas de utilización y tratamiento, lo requieren para su óptimo aprovechamiento.

Los residuos sólidos son una mezcla poco homogénea de muchos productos, pero por su naturaleza se han agrupado en varios tipos distintos. Una primera aproximación para la distinción y clasificación de los desechos es la siguiente:

- a) Materia orgánica.
- b) Metales.
- c) Papel.
- d) Plástico.
- e) Vidrio.
- f) Textiles.
- g) Otros.

Dentro de la materia orgánica de los desechos se pueden encontrar residuos de carne, cáscara de fruta, huesos, pasto, planta y -- todo tipo de residuos de comida. Los metales incluyen aluminio, cobre, acero, zinc y muchas aleaciones de los productos de consumo enlatados. Dentro de los desperdicios de papel, se encuentra desde el papel -- higiénico, hasta el papel de más alta calidad para escribir y dibujar.

Aquí también encontramos cartón de los empaques de alimentos y zapatos, los plásticos incluyen una gran variedad de tipos que tienen utilidad por su color, grosor y forma, los envases de plástico -- tienen una utilidad, los utensilios de cocina de plástico otra, las -- bolsas de hule también, y, los artículos diversos como las plumas -- desechables y las reglas plásticas. El vidrio también se desecha en distintas cualidades: vasos, botellas y cristales para ventanas. Dentro de los textiles, se pueden encontrar los más diversos géneros con distintos grados de degeneración.

Muchos otros productos son desechados y aunque están fabricados con uno o más tipos de los anteriormente señalados, su construcción y diseño, hace imposible una separación fácil de los distintos materiales. Dentro de este tipo de productos, podemos encontrar entre otros, aparatos electrodomésticos y juguetes.

La clasificación de los desechos es una tarea que cada ciudad y municipio debe realizar ya que la composición de los desechos es muy variable, no solo cambia de ciudad, sino que, en una misma ciudad, la composición de los desechos varía según la época del año.

Otra clasificación útil que ayuda a comprender que son los residuos sólidos es la que hace hincapié en el origen de los desechos de tipo doméstico, industrial, agropecuario, agroindustrial y desechos especiales.

Las basuras domésticas incluyen los tipos enlistados anteriormente y que originan en casa habitación, comercios, oficinas, calles, jardines, escuelas, mercados y restaurantes.

Las industrias generan todo tipo de residuo sólido, algunos o todos los domésticos así como los propios de los procesos de manufactura y transformación, que pueden ser metales, lodos o productos químicos peligrosos.

La industria minera es un caso particular por la cantidad y tipo de desechos que generan.

Las actividades agropecuarias y agroindustriales generan residuos exclusivamente orgánicos pero en grandes cantidades. Las agroindustriales de productos laborados generan muchos residuos, así como la industria azucarera y maderera.

Las heces fecales de los animales de cría componen un buen porcentaje de desechos sólidos, los cuales en México, se utilizan muy poco como fertilizante e incluso alimento.

Los hospitales, hoteles y centros de investigación generan residuos peligrosos para ser tratados especialmente.

Los escombros, que son residuos de la industria constructora y demolidora, también deben ser tratados especialmente y recolectados de manera diferente.

Los residuos sólidos, engloban cientos de productos útiles o peligrosos, los cuales requieren de un manejo especial.(14).

1.3 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Los residuos sólidos son sub-productos inevitables de toda actividad humana. En el hogar, en la industria, comercio, transporte y el campo, se producen desperdicios.

Las basuras domiciliarias, además de su heterogeneidad natural, están sometidas a variaciones estacionales y cambios entre zonas de una misma localidad, por ejemplo; En zonas de habitación residencial, la cantidad de residuos sólidos per cápita, es más alta que en las zonas de habitación marginada.

Como resultado de lo anterior, no es posible determinar una composición "Tipo" o "Standard". De un modo general se puede clasificar a los residuos en; orgánicos e inorgánicos .

1.3.1 RESIDUOS ORGANICOS.

Son todos aquellos cuyo componente principal es el carbono (C), provienen de materia viva, tanto vegetal como animal, y , están representados principalmente por residuos: alimenticios, de parques y - jardines, rastros, mercados e industrias.

1.3.2 RESIDUOS INORGANICOS.

Este material inerte, proviene de material no vivo, que incluye la mayoría de los residuos reciclables como: metales, plásticos, tela y vidrio , además tienen una característica, de no ser biodegradables, por lo que conservan su forma y propiedad, pudiendose utilizar como - materia prima en diferentes industrias.

11.-

Por las características que tienen los residuos sólidos se pueden clasificar: en residuos recuperables, no recuperables nocivos, no recuperables inertes y transformables. Dicha clasificación será vista ampliamente en el capítulo III Y IV. (14).

1.4 PORCENTAJES DE GENERACION DE RESIDUOS POR ZONAS EN MEXICO Y POR CLASE EN EL D.F.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), divide a la República Mexicana en cuatro zonas de acuerdo a la cantidad de desechos generados y a la estructura económica-poblacional:

	% POB.	% DESECHO
Zona Fronteriza Norte	3.45	4.32
Zona Norte	24.64	28.31
Zona Centro	56.91	54.47
Zona Sur	15.00	12.90
	<hr/>	<hr/>
	100.00	100.00

Según esta dependencia el promedio de desechos municipales por habitante en nuestro País es de 731 gr/día/hab. en 1985. Así mismo el total nacional de desechos domésticos es de 32.583 ton/a distribuyendo se de la siguiente manera:

LOCALIDAD	% NACIONAL
De menos de 50,000 hab.	52.1
De 50,000 a 75,000 hab.	2.0
De 75,000 a 100,000 hab.	1.9
100,000 a 500,000 hab.	20.0
Más de 500,000 hab.	<u>24.0</u>
	100.00

La composición de estos residuos según la misma fuente es: - -

COMPOSICION DE LOS DESECHOS EN 1986 (SEDUE).

<u>DESECHIO</u>	<u>D.F.</u>	<u>GUADALAJARA</u>
ALGODON	-	0.08
CARTON	3.27	1.67
CUERO	0.33	0.35
CARTON ENCERADO	1.14	1.81
FIRRA DURA	-	0.14
FIBRA SINTETICA	-	0.07
HUESO	1.54	0.48
HULE	0.28	1.48
DESECHOS DE JARDINERIA	1.09	1.12
LATA	1.66	1.64
LOZA Y CERAMICA	2.63	0.04
MADERA	0.45	0.36
MATERIAL DE CONSTRUCCION	-	0.18

13.-

MATERIAL FERROSO	0.73	0.36
MATERIAL NO FERROSO	0.24	0.29
PAPEL	12.10	15.65
PAÑAL DESECHABLE	3.00	2.75
PLASTICO PELICULA	3.33	4.11
PLASTICO REGIDO	1.50	1.73
POLIURETANO	-	0.30
POLIESTIRENO	-	0.27
ALIMENTOS	51.64	52.48
RESIDUOS FINOS	3.19	2.20
TRAPO	2.28	1.64
VIDRIO	5.86	8.00
OTROS	3.74	-
T O T A L	100.00	100.00

La Coordinación de Proyectos de Desarrollo de la Presidencia -- de la República en el documento de lineamientos del Proyecto Nacional de Desechos Sólidos presenta los siguientes datos:

AÑO	TON / DIA	G /HAB/DIA
1950	6,447.75	250
1960	12,223.00	350
1970	22,812.00	450
1980	48,550.00	690
2000	103,301.00	989

y por el tipo de asentamiento:

LOCALIDAD	G /HAB/DIA
Menos de - 2,500 hab.	500
2,500 - 80,000 hab.	650
Mayores de - 80,000 hab.	1,000

Comparando los datos de generación per cápita, México aún produce "pocos" desechos, relativamente, pero si se comparan los sistemas de recolección y tratamiento el problema en México se ve magnificado. Por la ineficacia y obsolescencia de tales sistemas:

En un estudio realizado por el instituto de Ciencias Sociales - de UNAM expuesto en el foro "La Ciudad como Ecosistema: El Valle de México", se arrojan los siguientes datos:

15.-

Toneladas de basura diaria	14 - 16 mil
KG/HAB/DIA	0.7 - 1.0

En el estudio realizado por la PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA --
también se presentan los siguientes datos para 13 ciudades estudiadas.
(Tabla-1). (14).

TABLA-1

GENERACION DE DESECHOS EN 13 CIUDADES (1980) (14)

CIUDAD	POBLACION 1980	VOLUMEN TOTAL (TON/DIA)	VOLUMEN P/CAPITA (HR./HAB/DIA)
MEXICO	13'727,810	8,923	650
MONTERREY	2'250,000	916	407
GUADALAJARA	2'000,000	1,200	600
TIJUANA	905,000	872	894
LEON	900,000	902	1,002
C.D. JUAREZ	745,351	1,000	1,342
ACAPULCO	647,658	355	549
MEXICALI	426,218	410	962
MERIDA	345,000	460	1,333
TOLUCA	385,000	250	649
MAZATLAN	221,000	350	1,584
T. GUTIERREZ	133,394	180	1,349
LA PAZ	95,000	120	1,263

Como podemos observar en todos estos datos no hay un seguimiento anual confiable. En unos se habla de desechos domiciliarios, en otros se toma en cuenta también los municipales y en otros se toma en cuenta los industriales.

Lo que si se puede concluir es que hay un aumento gradual en la generación de desechos a un ritmo cercano al 3 - 6 % anual. También - que la producción de desechos es desigual para las distintas zonas y ciudades del País, y finalmente que no solamente hay que tomar en cuenta los desechos domiciliarios sino los industriales y los agropecuarios para los estudios de desechos sólidos.

En un estudio realizado por el Centro de Ecodesarrollo en 16 zonas del D.F. de diferentes niveles socio-económicos (de menos de un salario mínimo hasta más de 11 veces el salario mínimo), se muestran los siguientes datos. (Tabla 2 y 3). (6).

TABLA-2

PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS EN GRAMOS, POR VIVIENDA
POR DIA Y POR ZONA. (6)

ZONA	MAT.ORG.	METAL	PAPEL	PLASTICO	VIDRIO	TEXTIL	OTROS
1	2177	149	629	174	312	191	264
2	1502	181	491	205	309	263	77
3	2537	128	722	171	343	197	159
4	1911	106	628	204	298	215	220
5	2007	79	739	208	315	301	725
6	2144	110	780	333	333	191	469
7	2703	119	881	293	442	427	477
8	2093	63	834	389	478	365	1193
9	2261	23	795	431	429	556	1107
10	2388	104	667	223	425	226	581
11	2108	276	1040	370	861	271	223
12	2764	147	928	282	616	211	358
13	2237	126	842	225	307	354	506
14	1319	137	1926	177	265	160	248
15	2592	139	710	294	522	140	201
16	1903	147	544	191	634	443	431

TABLA-3

PRODUCCION DE DESECHOS SOLIDOS EN G/DIA/HORA CON INGRESOS DE 1 A 11 SALARIOS
MINIMOS (6).

INGRESOS	1 S.M.	1-3 S.M.	4-7 S.M.	8-11 S.M.	+ 11 S.M.
MAT. ORG.	2080	2304	2340	2326	2388
METAL	88	111	111	126	230
PAPEL	769	728	785	678	1000
PLASTICO	231	217	286	259	339
VIDRIO	348	378	400	434	775
TEXTILES	274	298	391	170	250
OTROS	710	498	506	208	270
T O T A L	4500	4534	4819	4201	5252

20.-

El primero muestra la generación de cada uno de los componentes en las distintas zonas y el segundo en cuanto al ingreso. (11).

LEGISLACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN MEXICO.

1.5 LEGISLACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN MEXICO.

El manejo, tratamiento e industrialización de los desechos sólidos en México, se regula por el art. 27 constitucional párrafo 3º, que a la letra dice:

"La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la -- propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los -- elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su -- conservación, lograr el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la -- fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población : para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, con -- secuentemente a los desechos se les considera como un problema de in-- terés público, los cuales requieren para su manejo y tratamiento, la participación de los tres niveles de Gobierno, (Federal, Estatal y Municipal)."

En el título quinto de nuestra constitución política, particularmente en el artículo 115 fracc. II y III, que a la letra dice:

"II.- Los municipios estarán investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley.

Los ayuntamientos poseerán facultades para expedir de acuerdo con las bases normativas que deberán establecer las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y buen gobierno y los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general -- dentro de sus respectivas jurisdicciones."

"III.- Los municipios, con el concurso de los Estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los siguientes servicios públicos:

- a).- Agua potable y alcantarillado.
- b).- Alumbrado público.
- c).- Limpia.
- d).- Mercados y centrales de abasto.
- e).- Panteones.
- f).- Rastro.
- g).- Calles, parques y jardines.
- h).- Seguridad pública y tránsito, e

i).- Los demás que las legislaturas locales determinen según -- las condiciones territoriales y socio-económicas de los municipios -- así como su capacidad administrativa y financiera.

Los Municipios de un mismo Estado, previo acuerdo entre sus ayuntamientos y con sujeción a la ley, podrán coordinarse y asociarse para una mejor y eficaz prestación de los servicios públicos que les corresponda.

Se entregan atribuciones a las legislaturas de los Estados -- así como a los municipios para regular de manera específica los derechos que se originen en su respectiva jurisdicción, lo cuál indica -- que cada Estado y/o Municipio le corresponde establecer el manejo y tratamiento que se le debe dar a los diferentes tipos de desechos . Todo ello tomando en cuenta las directrices que previamente a establecido la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDEF), la -- Ley General de Asentamientos Humanos (PUB. EN EL DIAIRO OFICIAL 26 DE FEBRERO 1976) y en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la -- Protección de ambiente (PUB. EN DIARIO OFICIAL 28 DE ENERO DE 1988).

En el aviso particular del Distrito Federal, corresponde a su asamblea de representantes legislar sobre la preservación del medio ambiente y protección ecológica, así como de la recolección, disposición y tratamiento de los desechos en general (ART. 73 FRACC. 6a. 3er. PARRAFO INCISO A).

No se omite expresar, que la legislación Mexicana a otorgado a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la facultad para regular y conducir las políticas para el manejo , tratamiento y disposición de los desechos sólidos, y en su caso de intervenir directamente en aquellos lugares en que se sucite un desequilibrio ecológico impor

ante que perjudique o que ocasione un problema o daño irreparable en perjuicio de la humanidad.

Finalmente se concluye que la legislación de los residuos sólidos en México establece un sistema de facultades concurrentes, así -- como el considerar el manejo de los desechos sólidos como un problema de interes público y que para tal efecto ha establecido un sistema de competencia concurrente, permitiendo la posibilidad de que el Municipio, los Estados y la Federación intervengan en la solución del manejo y tratamiento de los desechos sólidos en México.

26.-

CAPITULO II

MANEJO DE LOS

RESIDUOS

SOLIDOS

CAPITULO II: MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

2.1 RECOLECCION.

Es aquella actividad mediante la cual se transfieren los desechos producidos en un sitio a un vehículo impulsado por una fuerza motriz - - o humana para su disposición final, almacenamiento y transferencia o - - industrialización.

De acuerdo a estas características los sistemas de recolección se - clasifican en tres grupos principales.

2.1.1 RECOLECCION MANUAL.

Es la que emplea la fuerza humana para transferir los desechos generados en un sitio, a otro para su disposición final, tratamiento ó comercialización. Este sistema de recolección se emplea básicamente para recolectar desechos.

La recolección manual se desarrolla en México de dos maneras:

- a) La que desarrolla el personal del Departamento de limpieza municipal.
- b) La "PEPENA" como técnica de recolección manual particular de Países Lati-noamericanos.
- a) Recolección Manual realizada por el Departamento de Limpia Municipal:

El equipo que se emplea para desarrollar esta actividad consta principalmente de uno ó dos cilindros metálicos con capacidad de 200 litros, montados sobre una estructura móvil que es impulsada por un trabajador, y accesorios tales como escoba y pala ó láminas.

El rendimiento de un recolector manual depende del tipo de zona, de la topografía, de las condiciones del pavimento, de la densidad del tráfico peatonal y de la calidad y ligereza de sus implementos.

Los rendimientos estimados de recolección manual por jornada de trabajo, son de 1.0 a 2.5 km. aunque esta distancia puede ser mayor ó menor de acuerdo a la densidad de casas habitación de la zona. Por ejemplo:

-En las zonas residenciales el rendimiento es mayor ya que se localizan de una a cinco casas habitación por cuadra.

-En zonas de unidades habitacionales se pueden encontrar cinco ó más casas habitación por cuadra, por lo que el rendimiento es muy bajo.

Ventajas de este método:

- Posibilidad de recoger desechos en cualquier tipo de pavimento.
- Posibilidad de operar en lugares inaccesibles a otro tipo de vehículo.
- Pequeña inversión inicial que se concreta únicamente a uniformes, herramientas y carritos.
- Fácil obtención de mano de obra operacional.

-Facilidad para recoger cualquier tipo de material.

Desventajas:

-Alto índice de faltas y licencias por enfermedad.

-Necesidad de personal de reemplazo para atender los casos de falta de personal al trabajo.

-Costo operacional mayor.

b) La "PEPENA" como técnica de recolección manual.

La Pepena se originó en los Países desarrollados, debido a la carestía dejada por la Segunda Guerra Mundial y que hizo necesaria la recuperación de distintos materiales de basura. Sin embargo mientras que en los Países donde tuvo su origen prácticamente ha desaparecido, en nuestro País sigue siendo una actividad fundamental en el proceso de recogida de los desperdicios.

En los años cuarenta en la Ciudad de México, se organizó el primer grupo de pepenadores, dirigidos por la empresa "URBANA DE MEXICO, S.A.", que es, hasta donde se sabe, la única que ha tenido conseción para el aprovechamiento de los residuos sólidos en el País.

A la fecha existen más de 15 mil trabajadores de la pepena que viven bajo las condiciones mas deplorables de vida: alto índice de enfermedades, alta mortandad infantil y desnutrición.

De los más de 16 mil trabajadores que directa ó indirectamente --

laboran en la recolección de la basura, existe un ausentismo casi del 40% por enfermedad, licencias y vacaciones.

Existen en la ciudad de México siete tiraderos reconocidos -- oficialmente, y año con año se clausuran una gran cantidad de tiraderos "clandestinos".

No existen más de cinco tiraderos industriales en el País.

Por ejemplo, en Francia desde 1975 ya había más de 50 plantas incineradoras, en México actualmente existe una planta construída -- hace más de 8 años la cual no opera todavía. En general tenemos un -- atraso de más de 10 años en todo el proceso del manejo de desechos.

El trabajo de las personas encargadas de las pepenas consiste en escoger el material que tiene un precio en el mercado (papel, vidrio, plástico), acumulandolo en costales u otros recipientes que -- trasladan a una báscula donde después de pesar el material, reciben -- un pago preestablecido. Este material se encuentra en "corrales" y -- son vendidos después por terceras personas a un precio muy superior al pagado por él. (7).

2.1.2 RECOLECCION SEMIMECANIZADA.

Esta actividad es el resultado de la operación de un transporte motorizado con determinada capacidad para transferir desechos de -- su lugar de generación al de su disposición y es llenado en forma -- manual.

Para realizar esta actividad el Departamento de Limpia Municipal cuenta con vehículos especiales y adaptados que son descritos a continuación:

Camión de Volteo.

Por lo general este tipo de vehículo tiene una capacidad para 6 u 8 M³ pudiéndose aumentar hasta 10 M³ colocando extensiones en la caja para aprovechar más la gran capacidad de soporte de carga del chasis. Las principales ventajas de convertir un camión de volteo en camión recolector son su bajo costo en relación con vehículos especializados y que la descarga por volteo es más rápida que cuando se tienen cajas fijas.

Las desventajas son:

-Debido a la altura, se requiere mayor esfuerzo del personal para elevar los recipientes que contienen la basura a la parte superior de la caja, requiriendo por lo menos dos trabajadores para esta operación.

-Por ser un vehículo de caja abierta se facilita la pepena de materiales contenidos en la basura; actividad que distrae a sus operarios y al transitar con la caja llena pueden caerse objetos y provocar un accidente.

Camión Recolector de Carga Trasera.

Este vehículo tiene una capacidad de carga de 10 a 20 M³ y tiene un mecanismo compactador que no permite el acceso a la basura para --

su pepena. Algunos vehículos de este tipo poseen un mecanismo para el vaciado de contenedores pequeños, sus principales ventajas son:

-La altura de carga es baja por lo que no requiere esfuerzos adicionales por parte de sus operarios.

Por ser un vehículo de caja cerrada no permite la pepena.

-Cuenta con una mampara de funcionamiento hidráulico para la descarga.

-Camión Recolector de Carga Lateral -

Este tipo de vehículo puede ser de carga cilíndrica o rectangular su capacidad varía de 10 a 16 M³ su principal ventaja es poseer un mecanismo compactador que reduce el volumen de la carga. La desventaja que tienen estos vehículos es su altura de carga, que requieren que un hombre desde el interior ó caja reciba la basura.

Por lo anterior la compactación no se hace con la regularidad debida para prestarse así a la pepena.

-Camión Recolector de Carga Frontal-

Estos vehículos tienen capacidades de 15 a 30 M³ y tienen mecanismos de vaciado según sea su capacidad, levanta contenedores de 1 a 6 M³ de capacidad según su potencia.

Son utilizados estos vehículos para recolectar en centros de gran generación de desechos como mercados, hospitales, unidades habitacionales y fábricas.

2.1.3 RECOLECCION MECANIZADA.

Esta recolección de desechos se realiza en las cunetas de las - calles, debido a que el tránsito vehicular desplaza todo tipo de de - sechos del centro de la calle hacia las cunetas, de manera que solo - es necesario barrer estas.

Las máquinas barredoras de mayor importancia son las diseñadas para barrer cunetas y son de gran tamaño (2 a 3 M³) para que puedan recolectar desechos por varios kilómetros, sin necesidad de descar - gar. Sin embargo también se fabrican máquinas barredoras pequeñas - (menos 1 M³) para la limpieza de áreas de difícil acceso como, ban - quetas, parques, callejones, almacenes y bodegas.

Los barredores de cunetas son de 2 tipos.

-Mecánicos.

-Aspiradoras.

Ambas tienen un sistema de propulsión similar al de cualquier - vehículo automotriz y un sistema de barrido que, en los sistemas mo - dernos tiene un motor independiente, también en los dos tipos hay es - cobillones delanteros ubicados a ambos lados de la máquina, que giran en un eje vertical.

Estos escobillones renueven y recogen los desechos de las cune - tas y las lanzan hacia el centro de la máquina para luego ser recogidos. Estos escobillones son de alambre de acero y tienen diversos sig - temas de ajuste.

Los desechos que se van acumulando bajo el vehículo son recojidos por éste y depositados en una tolva incorporada al mismo. Para esta operación, las barredoras mecánicas cuentan con otro escobillón de eje horizontal, que se extiende a todo lo ancho del vehículo, el que levanta los desechos y los vacía en una banda transportadora de paletas que finalmente los depósita en una tolva de almacenamiento.

Las máquinas barredoras en general pueden ser de 3 ó 4 ruedas, las de 5 ruedas llamadas triciclo tienen un radio de giro muy pequeño, lo que les dá gran versatilidad pero también poca estabilidad, por lo que su velocidad debe ser baja. Al limpiar avenidas de tránsito rápido se pueden utilizar máquinas de 4 ruedas, ya que se desplazan con mayor velocidad.

Para evitar que se levante polvo durante la operación de estas máquinas, llevan un tanque con agua y una tubería que humedece los desechos antes de ser barridos. (7)-(13).

Datos generales sobre barredoras:

-Velocidad media de barrido	6 a 8 km/hr.
-Rendimiento medio de barrido	40 Km/por jornada de trabajo
-Tiempo efectivo de trabajo	80% del total
-Consumo de agua	500 Lts. por cada 6 kms.

2.2 TRANSPORTE

El transporte de los desechos está íntimamente relacionado con la cantidad y tipo. Sin embargo en México no hay un verdadero control entre estos, su forma de transportación y sus características.

La forma de llevar los desechos desde su lugar de origen hasta el sitio de tratamiento o de disposición final requiere desde utilizar el vehículo adecuado hasta el diseño de rutas e itinerarios de los camiones recolectores.

Los datos obtenidos en los estudios de generación sirven para el diseño de los itinerarios de los camiones desde el sitio de recolección hasta el sitio de disposición final.

El transporte debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

El tiempo productivo e improductivo: el tiempo productivo es el de recogida y el improductivo es el de espera y desplazamiento.

En la recogida hay también tiempos muertos por el tráfico o -- desplazamiento inútil y por la distancia de los vertederos. Esto se soluciona aumentando el volumen de carga por compresión, el diseño de plantas de transferencia y la velocidad de los vehículos. (17).

2.2.1 TIPOS Y COSTOS.

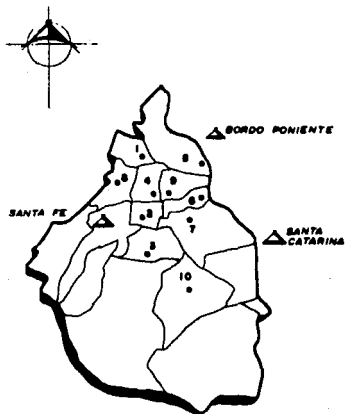
Existen muchas formas de transportar los residuos sólidos, pero debe encontrarse el vehículo, el circuito y el sistema que brinde el mejor servicio al costo más bajo.

Por ejemplo; la recolección y transporte nocturno baja los tiempos de desplazamiento de los vehículos, pero se necesita que todo el servicio se realice con bajo índice de ruido.

Cuando el lugar de tratamiento ó de disposición final está muy retirado es conveniente construir plantas de transferencia como se mencionó anteriormente, donde varios vehículos de recolección pasan su carga a trailers de mayor capacidad que en un solo viaje al tiradero, relleno o planta de tratamiento llevan un gran volumen. Así los vehículos recolectores rápidamente vuelven a su tarea.

Por ejemplo; en el Distrito Federal actualmente se tienen 10 estaciones distribuidas en las diferentes Delegaciones Políticas que conforman el Distrito Federal.

A continuación se presenta un croquis del Distrito Federal, donde se muestra la ubicación de las estaciones de transferencia actuales. (fig-1) (14) (17).



● ESTACION DE TRANSFERENCIA
 ▲ SITIO DE DISPOSICION FINAL.

DELEGACION A LA QUE PERTENECEN :

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Azcapotzalco. | 6. Iztacalco. |
| 2. Benito Juárez. | 7. Iztapalapa. |
| 3. Coyoacán. | 8. Miguel Alemán. |
| 4. Cuauhtémoc | 9. Venustiano Carranza. |
| 5. Gustavo A. Madero. | 10. Xochimilco. |

FIG. 1 UBICACION DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA EN EL DISTRITO FEDERAL (1967).

Para el diseño de rutas se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tiempo de recolección.
- Número de empleados.
- Peso de los desechos.
- Número de viajes.
- Tiempo medio de recolección (por semana).
- Toneladas/hombre
- Toneladas/hora
- Toneladas/km. de colecta.
- Toneladas/hom/hora.

El problema principal en cuanto al coste es el de los salarios que constituyen más del 50% de él. Así mismo las condiciones de trabajo repercuten y son definitorias ya que si no son propicias habrá gastos por incapacidad, enfermedades ó accidentes.

El diseño de rutas debe ser estricto y un método empleado usualmente es el denominado heurístico, mostrandose un ejemplo más adelante. (fig-2).

Como ya se mencionó anteriormente en México existen 10 estaciones de transferencia, se calcula que se transfieren 5,703 ton/día. Según datos del D.D.F. contribuyendo en un 75% a la recolección.

En la Ciudad de México se recolectan y transportan 8,500 ton/día con un deficit de 15% de la generación. Esto se hace a través de

1,436 unidades con capacidad de 5 ton/unidad y un rendimiento de 8.2 ton/unidad. El personal se compone aproximadamente de 1,500 choferes y 3,417 macheteros.

Otras oficinas del mismo D.D.F. manejan los datos siguientes:

-6,200 ton/días de transferencia contribuyendo al 61% de los desechos generados.

-11,702 ton/día recolectadas.

De acuerdo a esta información en México los sistemas de transporte son rústicos e inapropiados. Tenemos solo la alternativa de camiones rodantes. (12).

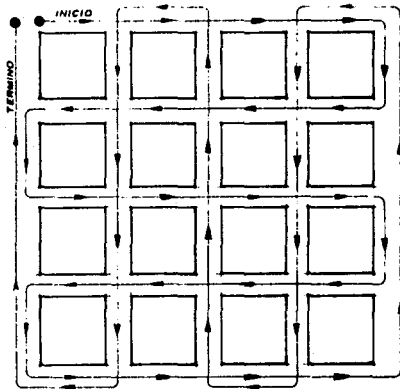
En la tabla (4) se muestra la infraestructura de recolección y transporte de varias ciudades en donde se refleja el estado hasta 1980, del sistema.

TABLA.- 4

CARACTERISITCAS DEL SISTEMA DE RECOLECCION EN 13 CIUDADES DEL PAIS

C I U D A D	CAMIONES EMPLEADOS	CAPA CIDAD	BARREDO RAS EMPLEADAS	PERSO_NAL.	POBLA - CION.	4/1	4/2	4/3
LEON	39		9	282	900,000	23,076	100,000	3,191
MERIDA	62		5	290	345,000	5,564	69,000	1,190
GUADALAJARA	175	5.25 ton.	13	1,421	2'000,000	11,438	153,846	4.407
TOLUCA	25		5	200	385,000	15,400	30,800	1,925
T. GUTIERRES	23	7 ton.		114	133,394	5,799		1,170
ACAPULCO	36	7.5 ton.	2	316	647,658	17,990	323,829	2,049
MEXICALI	18		4	118	426,218	13,678	106,554	3,612
MAZATLAN	31	5 ton.	7	186	221,000	7,129	31,571	1,188
LA PAZ	22	5.6 ton.		39	95,000	4,318		9,939
JUAREZ					745,351			
MONTERREY	192		19	629	2'250,000	11,718	118,421	3,577
D.F.	1,700	5 ton.	250	11,932	9'377,300	5,516	37,509	823
TIJUANA	45	16 ton.	10	420	905,000	20,111	90,500	3,771

FIG. 2 METODO HEURISTICO PARA ITINERARIO DE RECOLECCION
(Cada cuadro representa una manzana)



CAPITULO III

TRATAMIENTO DE

LOS

DESECHOS SOLIDOS

CAPITULO III TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

3.1 TRATAMIENTO CON OBTENCION DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES.

Debido a que la producción de basura se dá en mayor ó menor escala en todos los estados del País, se han desarrollado técnicas para su tratamiento, tendientes a darle valor agregado al desecho, de tal manera, que permitan la recuperación financiera que estos procesos requieren a mediano o largo plazo. (esta parte corresponde al cap.IV).

3.2 TRATAMIENTO SIN LA OBTENCION DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES

En sí como ya se ha mencionado, el problema de la basura se constituye por una parte, su volúmen y por otra parte los efectos socio-ambientales de su disposición.

Una vez seleccionado el material a reutilizar, las partes sobrantes ó que en sí no tienen ningún valor económico son destinadas a métodos de disposición final tales como: métodos no sanitarios y métodos sanitarios.

3.2.1. METODOS NO SANITARIOS.

Dentro de los métodos no sanitarios que existen encontramos principalmente el tiradero a cielo abierto y el enterramiento controlado.

3.2.1.1. TIRADERO A CIELO ABIERTO.

En la República Mexicana la forma más utilizada es la denominada TIRADERO A CIELO ABIERTO, que consiste en depositar simplemente los desechos y dejarlos ahí, sin que se ejerza sobre ellos control alguno y ninguna previsión.

Cabe aclarar que este método también es el más usado por que resulta ser, aparentemente, el más económico.

Por otra parte dependiendo de las condiciones del lugar y sus alrededores y debido al incremento del número de habitantes de las poblaciones, há llegado a tales extremos que el tiradero se encuentra en los límites de la población, lo que ocasiona serios problemas de salud. Los fuegos que se producen causan malos olores y humos molestos; además, los insectos y roedores encuentran condiciones favorables para su rápida multiplicación.

Como estos tiraderos reciben toda clase de materiales de desechos, en la mayor parte de ellos se practica la pepena en condiciones totalmente insalubres. A medida que la distancia al tiradero

se acorta debido al crecimiento de la población, esta practica se ha ce más molesta para la comunidad y los problemas de salud pública se agudizan.

Por tanto es claro y definitivo que este método es el número 1 en el crecimiento tan rapido de la contaminación ambiental.

3.2.1.2 ENTERRAMIENTO CONTROLADO

El enterramiento controlado es otro método para disponer de -- los desechos y también del uso considerable dentro de la República Me xicana. Consiste en hacer una excavación en algún sitio que se escoge de acuerdo a la disponibilidad de terreno de una localidad, procurando que esté fuera de la mancha urbana y que tenga un acceso libre en toda la época del año, ahí se depositan los desechos sólidos y cuando se termina la capacidad del sitio se cubre con tierra y se busca otro para el mismo fin.

Generalmente para poner en práctica este método se utilizan -- hoquedades naturales como cañadas poco profundas, barrancas y cuevas, lo que evita los gastos de excavación de un sitio específico reduciendo los costos.

Aunque este método reduce en alguna medida los factores de contaminación del aire por los malos olores, cuando se realiza la cobertura final, los problemas de ruptura de paisaje y contaminación del suelo principalmente y del agua persisten, así como los peligros de

formación de fauna nociva y organismos vectores de enfermedades, que eventualmente pueden convertirse en un serio problema de salud para la población. (14) (15).

3.2.2 METODOS SANITARIOS.

Los principales métodos para la disposición final de los residuos sólidos que hasta la fecha son los de más uso en el País son: - el Relleno sanitario y la Incineración, que a continuación se describen.

3.2.2.1 RELLENO SANITARIO.

El relleno sanitario como método de disposición final de las basuras es un método totalmente aceptable tanto desde el punto de vista estético como en lo referente al control de la contaminación del medio ambiente. Por tanto se define al relleno sanitario como: un método de Ingeniería para la disposición de los desechos sólidos en el suelo, esparciendolos en capas delgadas, compactandolas al menor volumen práctico y cubriéndolas con tierra cada día de trabajo de tal manera que se proteja el ambiente y la salud.

En las principales ciudades de la República Mexicana como en el D.F., este método es el de más uso debido a sus grandes ventajas. Los

principales puntos que caracterizan a este método son:

- a).- Disposición de los residuos en una sección adecuadamente preparada.
- b).- Extensión y compactación de residuos en capas delgadas.
- c).- La cobertura diaria (o más frecuentemente) de los residuos con una capa compactada de tierra.
- d).- La clausura del vertedero con una capa fina de tierra compactada.
- e).- Cuidar y llevar a cabo las operaciones diarias dentro del vertedero con la misma importancia que se le da a cualquier fase en la construcción de una obra de Ingeniería y Seguridad Empresarial ó Industrial.
- f).- La adecuada reutilización del sitio toda vez que se ha sellado el relleno sanitario.

Recientemente se ha desarrollado dentro del mismo sistema otros métodos que hacen más eficiente la disposición de desechos, añadiendo un proceso de trituración que puede llevarse a cabo en el momento del vertido, o bien antes de que este se efectue.

En todo caso, los objetivos que deben asegurarse al plantear este sistema son:

- Solucionar la eliminación de residuos por un tiempo predeterminado: 10 años cuando menos según las normas técnicas elaboradas por SEDUE.

-Asegurar una adecuada, protección del medio ambiente sometido a la influencia del vertedero.

-Conseguir la más adecuada recuperación del paisaje para los fines previstos por la comunidad a sujetarse a las disposiciones al respecto que contengan los planes de Desarrollo Urbano de la localidad.

Elección del sitio de disposición.

Antes de poder elegir el lugar más adecuado para la disposición de desechos sólidos, se debe contar desde luego, con la información más viable que exista con relación a la composición y cantidad de residuos que deben ser manejados para que, a partir de dicha información, se pueda decidir la capacidad de las instalaciones, la maquinaria necesaria,

Uno de los factores que se deben ponderar para la elección del sitio donde este se desarrollará, es el análisis de los elementos ambientales. Para el efecto se deben destacar los siguientes puntos:

-Producción de lixiviados.

-Formación de gases.

-Ruido

-Olores

-Contaminación del suelo

-Contaminación del aire

-Incendios.

-Proliferación de fauna nociva.

-Degradación del paisaje.

Producción de Lixiviados.

Los lixiviados, son todos los líquidos (generalmente muy contaminados) que se producen al colocar a los residuos en el terreno y -- cuando de alguna manera entran en contacto con agua.

Los principales factores que producen los lixiviados son la -- eventual inundación de los residuos por aguas subterráneas y la lluvia. Cuando esta última cae sobre la superficie del vertedero, esté cubierto o no, se producirá un escurrimiento en proporción directa al volú-- men que se haya precipitado, y su salidad del vertedero dependerá del ti-- po de terreno, de las pendientes que tenga el vertedero y del tipo de -- vegetación que pudiera existir en el lugar.

Cuando la base del relleno es impermeable, los lixiviados des-- cargan por las pendientes existentes o por la base del terreno. Cuando este no es el caso, existe un gran riesgo de filtración hasta los man-- tos freáticos, con el consecuente peligro de contaminación.

Es pues, muy importante, en el momento de elegir el sitio de -- emplazamiento del relleno y el sistema a utilizar, considerar las me-- didas pertinentes para el control de lixiviados.

-Formación de Casos.

Debido a los procesos de degradación aeróbica y anaeróbica que ocurren en los vertederos controlados, es frecuente y natural que se --

forman diversos gases, como metano, dióxido de carbono, nitrógeno, --
-- la cantidad y composición de los mismos estará en función de--
la composición de los residuos y su cantidad, de la profundidad --
del vertedero, humedad de los residuos y presencia de oxígeno.

Al elegir el lugar donde se emplazará el relleno sanitario --
es importante considerar que el metano es un gas inodoro e incoloro
que en concentraciones entre el 5 y 15% explota espontáneamente --
al entrar en contacto con el aire; si las concentraciones son meno--
res o mayores a los porcentajes citados, el peligro de explosión es
inexistente, por lo que deberán establecerse los elementos de segu-
ridad convenientes para manejar el riesgo permanente que significa--
la presencia de metano.

-Ruidos.

Los ruidos en un relleno sanitario son originados por la mayo-
ría que opera en el mismo y por el tráfico de los camiones recolecto
res . Por tanto es importante, en la medida de lo posible, resolver-
el emplazamiento del relleno lo más alejado posible de la poblacion-
o en su caso, disponer de elementos amortiguadores de ruido, como --
pueden ser las cortinas de vegetación.

-Olores.

Los olores más frecuentes en un relleno sanitario se producen --
precisamente en el frente de vertido de los desechos por lo que es ne-
cesario un eficiente manejo de los residuos en este sitio y la --

cobertura diaria de los mismos con métodos para mitigar estos olores.

-Contaminación del suelo.

Evidentemente el peligro más claro de contaminación es el del suelo, ya que usualmente no se tiene un adecuado control de los desechos que se disponen en un relleno sanitario, entre los que eventualmente pueden encontrarse elementos altamente tóxicos. Antes de seleccionar el sitio de disposición se tendrán que hacer estudios exhaustivos para evitar esta situación.

-Contaminación de aire.

La contaminación del aire en un relleno sanitario es casi -- inexistente si se toman las medidas necesarias para el control de los olores y de los incendios, siendo las partículas finas de polvo las que se constituyen como el único contaminante de la atmósfera.

-Fauna nociva.

La proliferación de insectos y roedores dañinos puede ser controlada mediante la cobertura diaria de los residuos.

-Degradación del paisaje.

Para hacer un relleno sanitario aceptable desde un punto de vista estético, debe ser compatible con las características del entorno. Por ello y considerando su vida útil es necesario formar cortinas de vegetación y áreas verdes que impiden la vista directa del vertedero.

Los parámetros enlistados anteriormente son los principales factores ambientales que se deben considerar al seleccionar el sitio donde se puede instalar un relleno sanitario. Sin embargo, para que la medición de estos elementos sea óptima y tenga un valor técnico adecuado, deben enmarcarse en una EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL. Dicha evaluación puede definirse como "El estudio encaminado a identificar e interpretar, así como prevenir las consecuencias o efectos que acciones o proyectos determinados pueden causar a la salud y bienestar humanos y a los ecosistemas en que el hombre vive y de los que depende".

Una evaluación de Impacto ambiental debe considerar fundamentalmente dos aspectos:

- 1).- El ecológico, principalmente orientado a los aspectos biológicos, físicos y geológicos.
- 2).- El humano, que contempla los aspectos socio-políticos, económicos y culturales.

Enmarcado en estos dos aspectos, debe considerar cuatro puntos fundamentales.

- a).- Identificar causas y efectos.
- b).- Predicción o cálculo de los efectos y magnitud de los indicadores del impacto.
- c).- Interpretación de los efectos ambientales.
- d).- Prevención y corrección de efectos ambientales.

Existen una gran cantidad de métodos para llevar a cabo una Evaluación de Impacto Ambiental, de manera que se debe realizar en dos etapas, a saber.

Ia. Etapa.- Recopilación de los datos técnicos fundamentales sobre los posibles sitios de emplazamientos.

Los datos que son indispensables para esta primera etapa son:

-Datos de los posibles terrenos.- Propiedad, topografía, servicios, población en la zona, consideraciones del plan de desarrollo urbano de la localidad y la legislación al respecto.

-Datos geológicos. Tipos de formación geológica, rocas y litología y disponibilidad de material para la cobertura diaria.

-Datos hidrológicos.- Localización e inventario de puntos de agua, localización de agua subterráneas nivel del manto freático, riesgo de inundaciones y redes de drenaje.

-Datos climáticos.- Precipitación, humedad, temperatura, velocidad y dirección de los vientos dominantes.

-Flora y fauna.- Inventario de flora y fauna, cultivos en la zona y actividad forestal.

-Datos de los residuos.- Tipos, cantidad y composición de los residuos.

IIa. Etapa.- Proyecto constructivo del vertedero poniendo especial énfasis en corregir o en su caso atenuar los impactos negativos definidos en la Evaluación de Impacto Ambiental.

Toda vez que se ha analizado la información y evaluado todos los elementos mencionados en este apartado, se estará en posibilidad de seleccionar el sitio más adecuado para la disposición final de los residuos sólidos.

La segunda fase será pues la de proyecto y construcción del vertedero que consta de los siguientes puntos.

1.- Capacidad del sitio.

Un punto muy importante que se deberá tomar en cuenta dentro del proceso de planificación del relleno es determinar la CAPACIDAD del sitio. Para calcularla, es necesario contar con la superficie del terreno disponible, conocer la densidad de los residuos, la población a la que se pretende servir, la profundidad de la obra y los días de vertido al año.

Supongamos que:

S= Profundidad del vertedero en metros.

Y= Superficie del terreno en metros cuadrados.

d= Densidad de los residuos en kg/m³

N= Población a atender.

I= Producción de basura por habitante por día.

Z= Días de operación al año.

Entonces:

Para calcular los residuos por día:

$$(N) (I) = RD$$

donde RD = Residuos Diarios. Luego:
para calcular el volúmen del residuo,

$$\frac{RD}{d} = VR$$

donde VR = Volúmen del Residuo.

Luego para calcular la superficie:

$$\frac{VR}{S} = S_1$$

donde S_1 es la superficie.

Para determinar el material diario necesario para cubrir los residuos, se debe partir de la experiencia, que ha determinado que se requiere de una capa de 20 cm. para cubrir eficientemente los desechos.

Entonces:

$$(0,20 \text{ m}) (S_1) = \text{MCD}$$

donde MCD = Material para cubrir por día. Luego, para calcular el volúmen de residuos y el material de cobertura en un año:

$$(VR + \text{MCD}) (Z) = \text{VC}$$

donde VC = volúmen de residuos y material de cobertura al año.

Para calcular la superficie total al año si consideramos un 5% de material de cobertura tenemos:

$$\left(\frac{S}{1} + 5\% \right) (Z) = \text{ST}$$

donde ST = Superficie total al año. Finalmente, para calcular el ---

tiempo de duración del vertedero según el proyecto:

$$\frac{Y}{ST} = D_A$$

donde D_A = Duración en Años.

Obtenidos todos los valores conforme a los pasos anteriores tendremos la posibilidad de verificar si el cálculo de capacidad del vertedero, según su duración proyectada es correcta.

2.- Control de Lixiviados.

Como ya se menciono uno de los aspectos más importantes en el diseño y planeación de un relleno sanitario es el control de lixiviados, por lo que se debe atender, tanto al control de escurrimientos superficiales, como a la protección de las aguas subterráneas.

Para desviar los escurrimientos a fin de que no entren en contacto con los residuos se utilizan normalmente canales abiertos que pueden ser construidos con tierras reforzadas con cemento, asfalto y varilla corrugada. (fig. 3, 4 y 5).

Otro elemento que puede ser útil es, la construcción de pequeñas cunetas de protección.

Para proteger a las aguas subterráneas es importante considerar los siguientes puntos:

- Impermeabilización de la base del vertedero antes del vertido de basura. El material más barato es el uso de arcilla compactada con un espesor entre 30 cm. y 1 metro. (20) y (23).

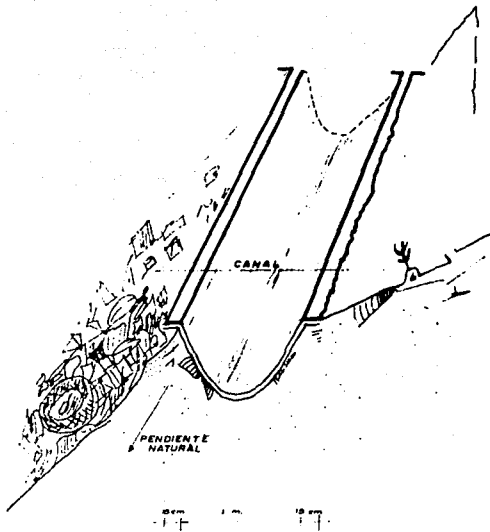
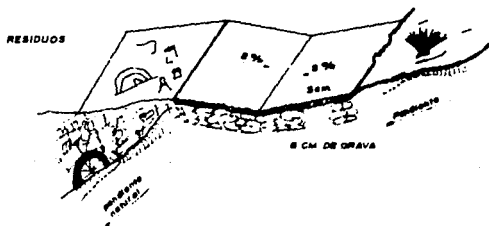


FIG. 3 CANALES COLECTORES DE LOS ESCURRIMIENTOS



DRENAJE DE CANAL DE TIERRA

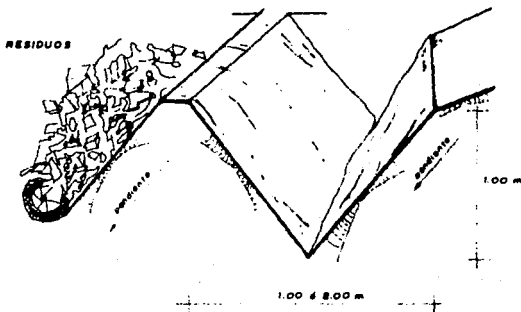


FIG. 4 DRENAJE DE CANAL DE TIERRA

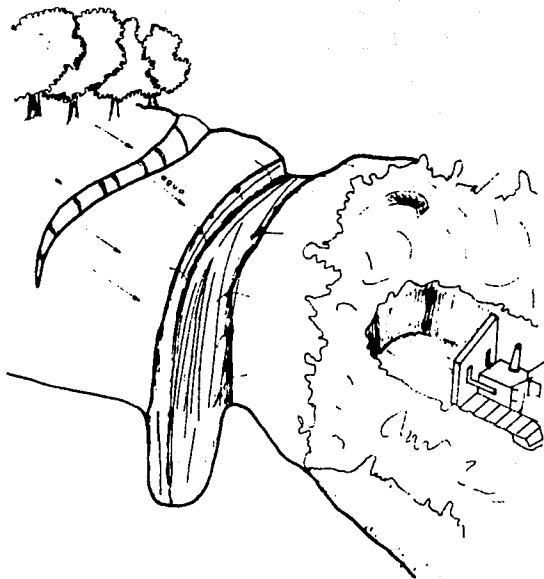


FIG. 5 PROTECCION DE ESCURRIMIENTOS

Otra posibilidad es el uso de materiales sintéticos o con menor contenido arcilloso mejorando la eficiencia de la impermeabilización, pero aumentando los costos.

- Cobertura rápida de los residuos para aprovechar la capacidad succión del residuo y el material de cobertura.
- Impermeabilización de la cobertura final brindando una pendiente que facilite el escurrimiento de agua sin causar erosión y que permita la posible implantación de vegetación.
- Instalación de gravas o arenas en la base del relleno a efecto de filtrar de manera natural los lixiviados.
- Separación de los residuos y el nivel freático mínimo de 2 metros, para evitar contaminación bacteriológica.

Para recoger los lixiviados que se hayan producido, es necesario evaluar la posibilidad de construir drenajes subterráneos. (fig 6) y pozos de extracción de lixiviados fuera del vertedero.

A efecto de tener un control de las aguas subterráneas del relleno es conveniente hacer una evacuación periódica de la calidad de los mismos, en la que se considere entre otros, parámetros como: Dureza, Nitratos, Fosfatos, Sodio, Calcio, Potasio, etc., la frecuencia de estos análisis estará dada por la velocidad del agua subterránea y el establecimiento de un pozo de control a una distancia adecuada del vertedero. Sin embargo se considera que un análisis cada 100 días es adecuado. Por otro lado, este control permitirá:

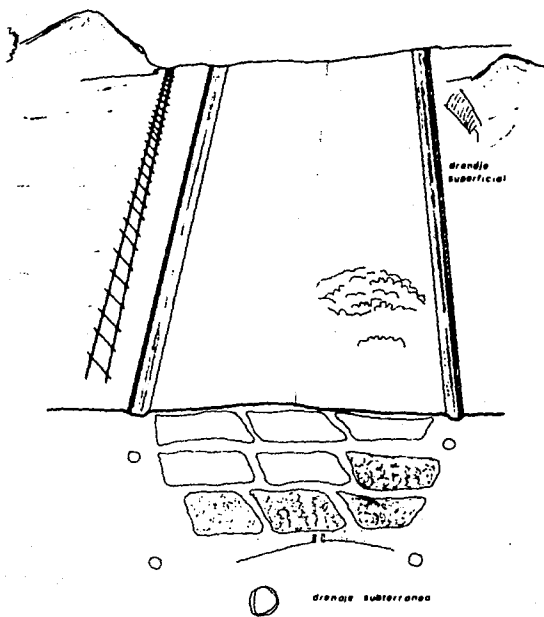


FIG. 6 PROTECCION DE ESCURRIMIENTOS

-Proteger al responsable del relleno sobre posibles falsas acusaciones de contaminación de agua.

-Evaluar a tiempo si algún aspecto de diseño tiene deficiencias.

3.- Control de gases.

Otro aspecto importante para lograr el eficiente diseño y operación de un vertedero, es el control de gases, principalmente de gas metano, por las características ya mencionadas.

Si se logra que el metano se disipe en la atmósfera se evita cualquier peligro.

Existen dos métodos para la prevención y control del gas.

En el método permeable, el movimiento del gas puede canalizarse con la construcción de pasillos y trincheras con un material más permeable que el suelo circundante. (fig-7).

En los métodos impermeables se construye una barrera con materia los menos permeables que los circundantes para obligar al gas a escapar por las capas de cobertura. (fig-8 y 9). Como norma adicional, debe considerarse que todos los objetos de grandes dimensiones y huecos, deberán ser aplastados junto con otros residuos antes de su cobertura, para evitar que se formen vacíos donde se pueda acumular el gas.

El dióxido de carbono que se forma por la digestión aerobia de los residuos es menos peligroso e inclusive puede hacer la atmósfera irrespirable para algunos roedores. Sin embargo, al combinarse

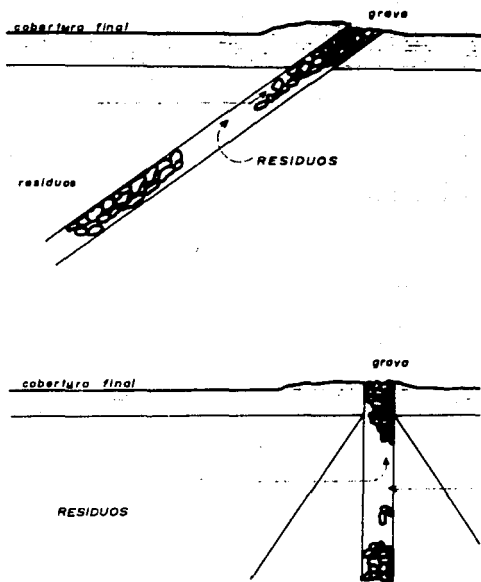
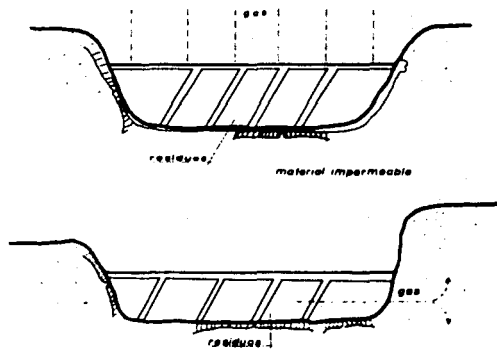


FIG. 7 CONTROL DE BASES



VENTILACION POR TUBERIA

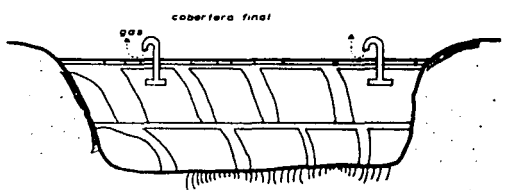
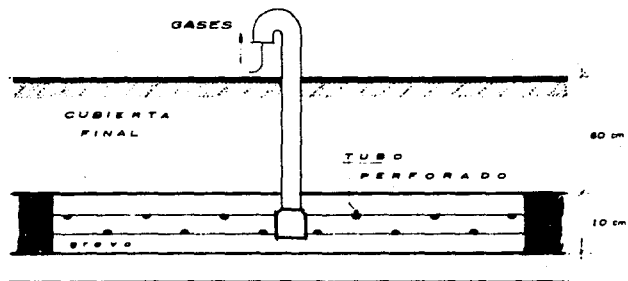


Fig. 8 CONTROL DE BASES



C E L D A

FIG. 3 VENTILACION POR TUBERIA

con el agua, este gas forma ácido carbónico con el riesgo de que reaccione con las calizas u otros materiales circundantes aumentando la mineralización de los acuíferos.

Finalmente, y como medida de prevención, se debe prever la instalación de respiraderos cuando se concluya el período de vida del vertedero para evitar problemas posteriores. (20).

4.- Tipos y métodos de vertido.

Existen varios tipos y operaciones de vertido en un relleno sanitario, los principales son, como ya se mencionó

- Relleno sanitario tradicional.
- Relleno sanitario con compactación.
- Relleno sanitario con trituración.

y estos tres tipos puede utilizar tanto el método de área o superficie como el de trinchera. (fig-14, 15 y 16).

Las operaciones que se realizan en cualquier tipo de relleno son:

- Colocación de residuos.
- Extensión de los residuos.
- Compactación de los residuos.
- Cubertura de residuos.

Cuando se terminan estas operaciones, los residuos y el material de cobertura forman una unidad o célula que en conjunto forman terrazas. (fig-10, 11, 12 y 13).

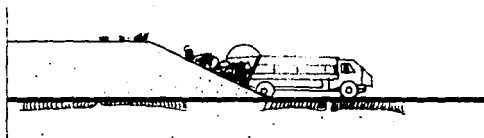
El método de superficie o área, se utiliza en barrancos, superficies horizontales, y cualquier otro tipo de terreno natural. En él los residuos se extienden en el sitio, se compactan y luego se cubren compactando el material de cobertura junto a los residuos. En este método, es importante considerar el acceso al frente de vertido y la disponibilidad de material de cobertura.

En el método de trinchera, se excava una zanja donde se depositarán los residuos, extendiéndolos y compactándolos. El material producto de la excavación de la zanja servirá para cubrir los residuos.

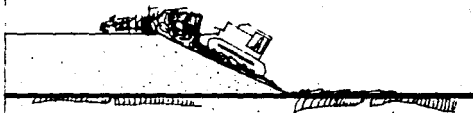
Este método tiene tres variantes:

- 1.- Excavación progresiva- El material de cobertura se excava delante del frente de trabajo y se va cubriendo los desechos que se depositan atrás.
- 2.- Excavación y cobertura- Primero se excavan un número suficiente de zanjas para un período largo de tiempo. El material de cobertura se amontona a los lados de la zanja y en ella se depositan los residuos para después cubrirlos y compactarlos.
- 3.- Mixto o rampa- Las células se forman y compactan aprovechando la pendiente del terreno. El material de cobertura se excava delante del frente de vertido y se compacta sobre el residuo.

DESCARGA



EXTENSION



COMPACTACION

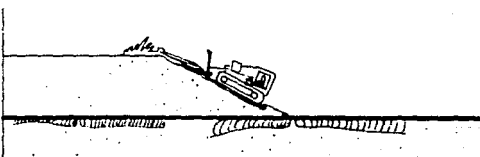


FIG. 10 METODO DE TRINCHERA

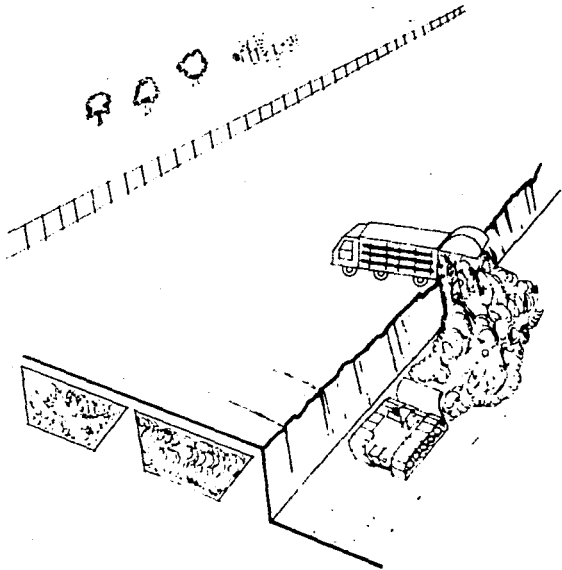
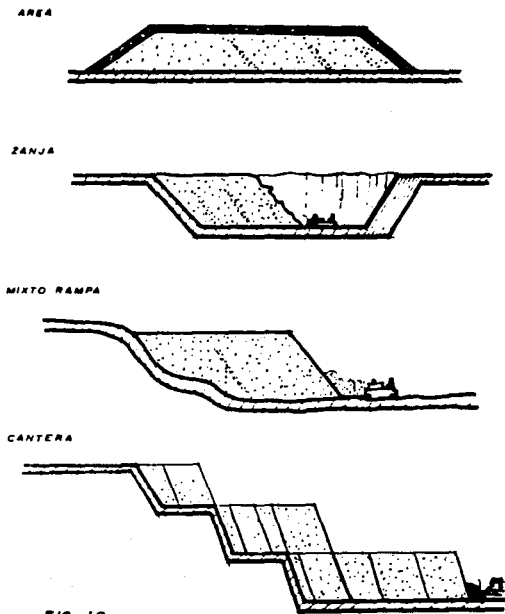


FIG. 11 METODO DE TRINCHERA



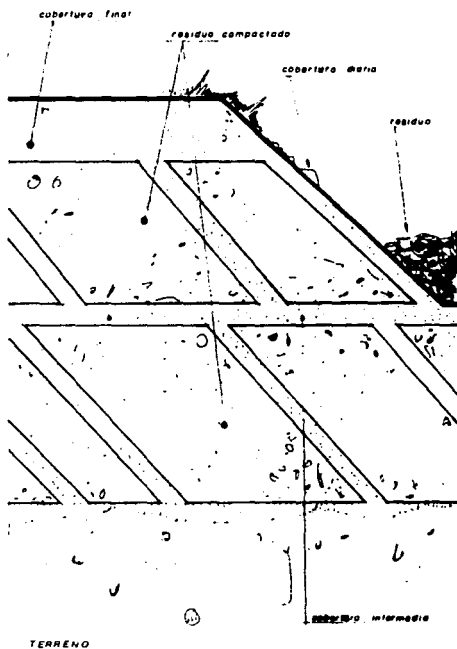


FIG. 13 METODO DE TRINCHERA

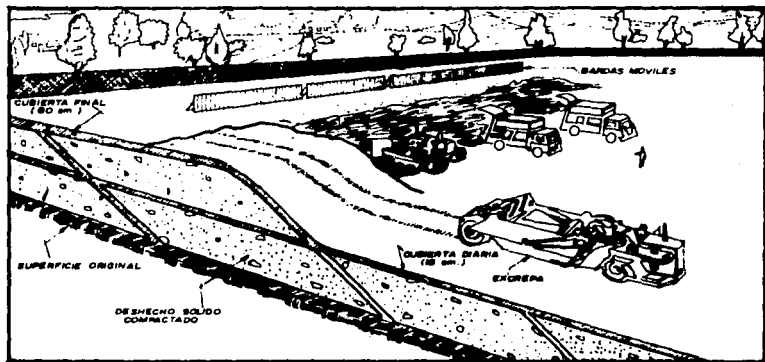


FIG. 14 METODO DE AREA DE UN RELLENO SANITARIO.

Para lograr un eficiente funcionamiento y la máxima optimización de los residuos, en esta fase del proyecto, es necesario establecer un plan de operaciones unitarios que comprende tanto a las actividades rutinarias dentro del relleno como aquellos que puedan ayudar a prevenir y resolver situaciones anormales.

Así, en este punto se deberá establecer el horario de operación del vertedero, que debe operar seis días a la semana y entre ocho y diez horas diarias, procurando terminar el funcionamiento diario con luz natural (antes del ocultamiento del sol); y solo en caso necesario se podrá ampliar el horario de funcionamiento.

Así mismo en esta fase, se debe definir tanto el tráfico y descarga en el vertedero como en la recepción y manejo de los residuos - determinandose aquellos elementos (señalización, camellones y rampas, ---- que sean necesario para un adecuado funcionamiento de la circulación dentro del vertedero. (14).

En lo que se refiere a la recepción y manejo de los residuos es necesario tener un conocimiento preciso del tipo de desechos que se depositarán en el relleno sanitario a efecto de darles un adecuado enterramiento.

Eventualmente, no se permitirá la entrada aquellos residuos - (principalmente industriales) que puedan implicar un excesivo aumento en los costos de operación o bien, representan un peligro potencial - importante tanto para el personal que opere el relleno como para las instalaciones, hasta en tanto no se realicen estudios específicos para atenuar estas posibilidades.

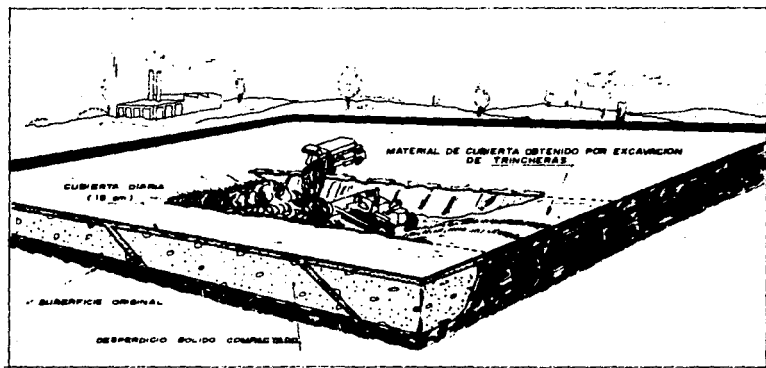


FIG. 13 METODO DE TRINCHERA DE UN RELLENO SANITARIO.

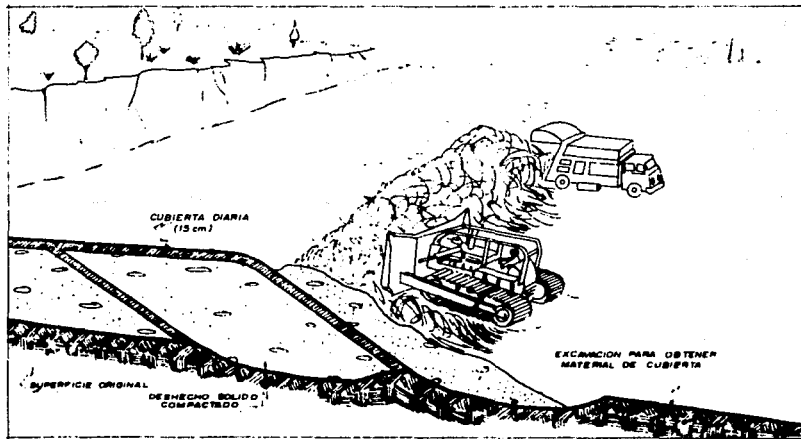


FIG. 16 - COMBINACION DEL METODO DE TRINCHERA CON EL METODO DE AREA.

En algunos casos, los residuos de gran tamaño, vigas, coches y árboles, podrán ser admitidos en el vertedero bajo las siguientes -- condiciones:

- Reducción de su tamaño antes del vertido.
- Ocupación de áreas especiales para desechos de gran tamaño.

El mantenimiento de un relleno sanitario es la actividad que -- propiamente lo diferencia de un enterramiento controlado. Por tanto, deben tomarse todas las medidas necesarias para evitar la formación -- de polvo, el vuelo de fracciones ligeras de residuos, la prolifera-- ción de fauna nociva y evitar que bandadas de pájaros lleguen al ver-- tedero a alimentarse.

5.- Equipo empleado.

El equipo que se emplea en un vertedero, debe cubrir de manera eficiente tres funciones:

- Vertier, extender y compactar la basura.
- Extender y compactar el material de cobertura.
- Hacer caminos y construir drenajes..

Aunque es difícil generalizar, ya que el equipo necesario de-- penderá de diversos factores (cantidad y composición de residuos, ti-- po y cantidad de terreno que debe ser desplazado, distancia a recorrer topografía y dureza), los equipos que se emplean con mayor frecuencia son:

-Tractores de oruga o neumáticos,

-Tractores de oruga o neumáticos con accesorios de cucharón y cuchilla frontal,

-Compactadores especiales,

En cuanto al personal necesario, su número es también variable pero deben considerarse a los operadores de la maquinaria, al personal auxiliar y de pesado de residuos, así como al personal de vigilancia y supervisión. Para llevar un control de las actividades se puede considerar en la tabla No. 5 o en alguna similar.

6.- Análisis de factibilidad.

Al elaborar un análisis de factibilidad para la realización de un proyecto para un relleno sanitario, se deben considerar dos tipos de costos: la inversión inicial y los gastos de operación y mantenimiento.

Dentro de los gastos de inversión inicial se deben considerar entre otros los siguientes : adquisición del terreno, preparación del lugar (desmonte y acondicionamiento de acceso).

Entre los gastos de operación se consideran entre otros: combustible, aceites, energía, alquiler de maquinaria, sueldos y salarios y gastos de acondicionamiento final.

Un rango aceptable de costos de operación en un relleno sanitario se considera entre los 200 y 400 pesos por tonelada de residuo.

LUGAR _____

RESPONSABLE _____

FECHA	RESIDUOS SOLIDOS	EXISTENCIAS	MATERIAL DE COBERTURA			HORAS	HORAS MAQUINA		JORNADA DE TRABAJO
	CARGA		RECIBIDO	USADO	SALDO	HOMBRE	EN USO	SIN USO	

76.-

TABLA 5 . RESUMEN DE ACTIVIDADES DIARIAS.

Luego de que el relleno sanitario ha completado su capacidad y cumplido su cometido, debe dársele un adecuado destino final que beneficie tanto a la comunidad como al medio ambiente. Un relleno sanitario operado con eficiencia, donde cada una de las operaciones de compactación tanto de residuos como de material de cobertura han sido compactadas adecuadamente, donde se han instrumentado todas las medidas adecuadas para proteger los mantos fráticos de la contaminación por lixiviados, puede constituirse como un elemento importante dentro del desarrollo urbano de una localidad ya que se le pueden dar mil diversos usos, desde constituir reservas territoriales para futuros asentamientos, hasta el elegirlo en una reserva ecológica, un centro deportivo, un parque urbano, y de todos ellos el único que presenta restricciones es el uso como deportivo por las pendientes que para tal efecto deben ser consideradas (1\ max, para una cancha de futbol, -- por ejemplo.)

Finalmente, antes de dar un destino final al vertedero, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La capa final de cobertura debe tener un espesor mínimo y compactado de 70 cm.
- Establecer estrictas medidas para el control y escape de gas metano, a través de ventiladores o respiraderos .
- Debe considerarse un período prudente de acomodamiento de células y terrazas antes de dar un uso al relleno sanitario.

-En caso de destinarlo para asentamientos humanos, se deberá hacer un análisis para determinar si es necesario establecer medidas específicas de construcción,

-Si se destinara al relleno como parque urbano o reserva ecológica, o bien como zona de reforestación, se deberá hacer un análisis previo para determinar el tipo de vegetación más adecuado para su implantación. (23)

7.- Técnicas complementarias en un relleno sanitario.

I.- Compactación.- Aunque una de las operaciones que siempre se realizan en un vertedero es la compactación de los residuos y del material de cobertura, se puede aumentar (incluso duplicar) la densidad de los residuos si se someten a un proceso riguroso de compactación.

Este proceso, desde luego, dependerá de las condiciones propias de cada relleno pero se pueden obtener buenos resultados utilizando maquinaria más pesada y pasando sobre los residuos y el material de cobertura un mayor número de veces.

II.- Trituración.- Los métodos de trituración tienen por objeto fragmentar los elementos que constituyen la masa heterogénea de los residuos, dándoles homogeneidad y reduciendo su volumen, para lograrlo existen en el mercado diversos tipos de maquinaria.

Una vez triturados los residuos, se les hace pasar por un -

tamiz o malla a efecto de hacerlos más homogéneos.

-Las ventajas de este proceso son:

-La estática de la operación de vertido es senciblemente mayor - dando más confianza a la población, en caso de que no sea posible tapar completamente la vista del vertedero.

-Los residuos triturados se extienden y compactan más rápidamente y con un menor esfuerzo de maquinaria.

-Los residuos ocupan menos espacios ya que la trituración aumenta su densidad.

-Las desventajas son:

-Los residuos triturados pueden aumentar la producción de - lixiviados por lo que se deben aumentar las medidas de control de la contaminación.

-Existe un sensible aumento en los costos de distribución de - los desechos sólidos.

De acuerdo a lo mencionado, hasta el día de hoy el método más - eficiente y económico en toda la República Mexicana es el método del - relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos. Todo esto se concluye por información de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDEUE), nos informa que hasta la fecha existen - varios métodos para la disposición final de desechos sólidos pero ninguno se apega 100% a los estatutos impuestos por SEDUE.

Un hecho muy desagradable y que conlleva muchas contradicciones es que a medida que crece la población este método pierde ventaja en lo que se refiere a superficie ó espacio para su adecuado funcionamiento.

Por consiguiente en las principales ciudades de la República, existen proyectos y anteproyectos para que el día que el método del relleno sanitario quede fuera de lugar exista otro que lo sustituya con otras características y ventajas para evitar la contaminación ambiental. (4).

3.2.2.2 INCINERACION.

Este sistema de tratamiento de desechos sólidos se puede definir como un medio cómodo eficaz, e higiénico de eliminar los residuos sólidos.

El principio de operación consiste en quemar la basura de tal forma que los productos obtenidos estén esterilizados y que los gases que se produzcan no causen un impacto negativo al ambiente.

Es necesario controlar la combustión por medio de unos factores denominados "Las 3 T" (Tiempo de Combustión, Turbulencia y Temperatura), el tiempo de combustión está generado por el ajuste de la velocidad del viaje del desecho a través de la cámara de combustión, la turbulencia en un incinerador se lleva a cabo por la caída del desecho en la misma cámara y el aire, y la temperatura (que es uno de --

los parámetros operacionales más importantes) deberá ser lo suficientemente alta para reducir el desecho y asegurar que todo el producto de la combustión primaria haya sido calentado a una temperatura superior a la de ignición de cada uno de los constituyentes que lo forman, para que exista una oxidación de los gases (como aldehídos, así como otros gases tóxicos generados por el proceso). Todos estos requisitos pueden ser satisfechos si la temperatura a la salida de la cámara de combustión es mantenida a 760°C.

La incineración de la basura se realiza mediante la combustión es ésta sobre la rejilla en un espacio cerrado.

El tratamiento puede durar de dos a ocho horas, según las características del horno y de la composición de la basura y comprende las siguientes fases:

- Secado de la basura (deshidratación).
- Inflamación.
- Combustión.
- Extinción.

3.2.2.2.1. INCINERACION CONVENCIONAL.

Este tipo de incineración consiste en introducir los desechos al horno, donde al elevar la temperatura se secan, posteriormente se eleva más la temperatura, hasta el punto de inflamación y cuando --

esto se ha logrado, se inyecta aire en la cantidad requerida para -- que se lleve a cabo la combustión. Las temperaturas que se alcanzan-- en este proceso varían de 800° a 900°C.

Este tipo de incineración es lenta y a veces no es completa -- por lo que existe el riesgo potencial de contaminación atmosférica.

3.2.2.2.2. INCINERACION A ALTA TEMPERATURA.

Con este tipo de incineración, se transforman los residuos ali- mentados en escorias inertes y cenizas, las temperaturas que se alcan- zan en este proceso, llegan hasta 1600°C, por lo que no se requieren- equipos anticontaminantes (a más de 900°C se garantiza la combustión- total de los desechos.).

Recepción de basura: La basura recolectada debe ser colocada en - una fosa de recepción la cual asegura el almacenamiento por dos ó - tres días. Dicha fosa debe estar en una depresión en relación con el- nivel exterior de la planta, ya que el aire necesario para la combus- tión se toma de la parte superior de la fosa de recepción, lo que -- evitará que se esparzan los malos olores y que el polvo se extienda - en el momento de la descarga, además debe contar con drenaje en el - fondo para la evacuación de lixiviados. Con ayuda de un puente grúa - en las tolvas de entrada al horno. (fig-17).

Es muy importante el puesto del operador de la grúa, ya que la regulación del fuego depende de la frecuencia y cantidad de desechos introducidos en la parrilla.

Combustión de la basura:

Se efectúa dentro del horno y sobre la parrilla. Al final de la combustión, las cenizas en ignición son extraídas e introducidas en un dispositivo con sifón de agua, lo que evita la entrada de aire del exterior (ya que hay una diferencia entre la presión exterior y la interior) con lo que quedan apagadas. A continuación las cenizas son evacuadas a su vertedero.

Vertedero o fosa de cenizas:

En algunos lugares las cenizas se venden para quitaries la cha tarra que puedan contener para ser utilizadas como primera capa en la construcción de carreteras, si esta venta no es posible, se descargan en fosas especiales para trasladarlas a un sitio para su disposición, hay que señalar que el peso de las cenizas es aproximadamente el 30% del tonelaje de basura tratada. (1).

-La evacuación del polvo, recogido en la caldera y en los dispositivos de limpieza del humo se efectúa en fosas especiales ó en la de cenizas.

-En las plantas con recuperación de calor los humos pasan por la tubería del cambiador de calor, para producir vapor de uti lización industrial ó bien para la producción de electricidad.

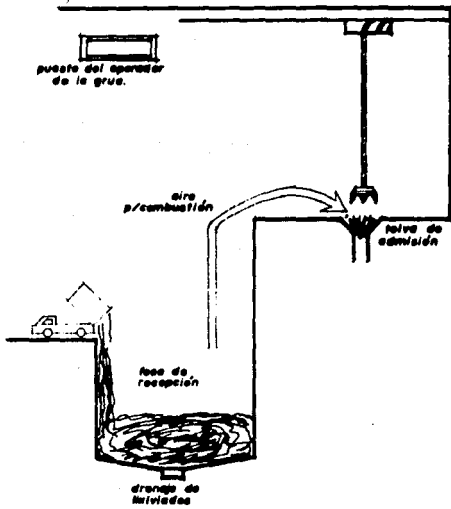


FIG. 17 INCUBACION DE SÓLIDOS A ALTA TEMPERATURA

Existen distintos procedimientos para la incineración de la basura y la diferencia entre ellos estriba en el tipo de parrillas que emplean.

-Uno de los sistemas que se utiliza consiste en parrillas basculantes, compuestas de barrotes arqueados y colocadas en distintas alturas, el vaiven de estas parrillas, accionado hidráulicamente, hace que la basura se desplace de arriba hacia abajo y es volteada continuamente en la zona de incineración.

-Otro sistema consta de una parrilla vibratoria que hace remover continuamente la basura en combustión. Cada movimiento de la parrilla hace que una parte de la masa incandescente se traslade a otra parrilla con lo que se consigue una combustión mas homogénea.

-El tercer sistema consta de una parrilla inclinada lo que asegura la alimentación al horno, el secado de la basura y su ignición; a continuación de esta parrilla se encuentran varios planos horizontales de combustión.

-Por último, otro sistema consta de una serie de cilindros rotantes, dispuestos uno tras otro, con diámetro de 1.5 m. y con una inclinación apropiada. Un mecanismo exterior, regula la velocidad de cada cilindro (1 a 3 vueltas/hora).

3.2.2.2.3 INCINERACION EN LECHO FLUIDIZADO.

En este tipo de incineradores se introduce aire caliente a través del fondo de un horno vertical, lo cual permite que una masa de arena y otro tipo de partículas floten en el horno; el lecho se calienta y cuando las partículas de los residuos alimentados se espesan sobre él, son incineradas. El sistema llega a ser autosuficiente cuando se mantiene constante la temperatura del aire caliente. (fig-18).

La fluidización permite el máximo contacto del aire con los desechos produciendo una óptima combustión.

Se puede hacer deshidratación mecánica de los residuos y las aguas extraídas deben ser tratadas para evitar que sean el medio de cultivo de gran cantidad de microorganismos, patógenos.

En un horno moderno, la temperatura es del orden de 1,000° a 1,200°C. con la cual se puede secar rápidamente la basura, debido a que los gases de combustión pasan en contracorriente por las capas de basura fresca al momento de alimentar el horno, el producto así seco entra en la zona de combustión a una temperatura de 400° ó 500°C. la cual es propicia para su inflamación. En el horno a medida que se produce el avance de la capa de basura., ésta se inflama y comienza la combustión propiamente dicha. El aire para efectuar la combustión es impulsado sobre la parrilla con un dispositivo que regula el caudal para evitar una combustión demasiado rápida.

La temperatura de la cámara de combustión es del orden de 700°- a 1000°C según las zonas, y ésta temperatura debe estar controlada - para evitar vitrificación de las cenizas, puesto que si se presenta - esta situación, se adhieren a la parrilla, dificultando su extracción

A medida que avanza la combustión de la basura sobre la parri- lla, la capa en ignición va disminuyendo su intensidad de combustión, como consecuencia de la disminución de materiales a quemar. (14).

En la actual lucha contra la contaminación atmosférica las plan- tas de incineración deben contar con eliminadores de polvo para sus - descargas a la atmósfera. Dichos eliminadores se clasifican en dos - grupos:

- a) Mecánico: Cuyo principio es someter las partículas de polvo a una acción selectiva de manera que se separen del fluido-- que los soporta. Estos aparatos son de diversos tipos: ciclo- nes, cámaras de sedimentación, separadores de inercia, multi- tubulares y lavadores de gas.
- b) Eléctricos o Electrostáticos: De rendimiento muy elevado - (más del 99%). Utilizan una elevada tensión eléctrica para - ionizar las partículas de polvo. Las cuales se precipitan - al fondo donde son recogidas.

El Departamento del Distrito Federal ha instalado una planta - incineradora en las inmediaciones de la planta industrializadora de - residuos sólidos de San Juan de Aragón, la que no se encuentra funcio- nando básicamente por problemas en su operación. Se pretende que en -

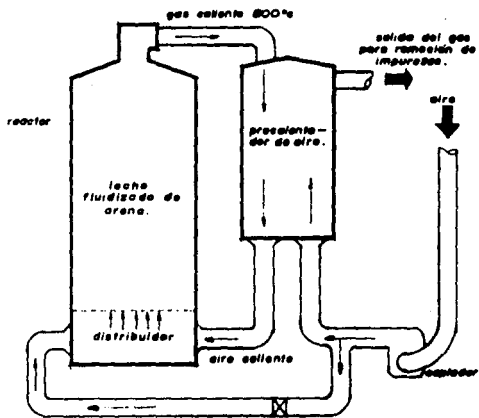


FIG. 18 INMERSIÓN DE SÓLIDOS EN LECHO FLUIDIZADO

dicha planta, aunque inicialmente no fué ese su objetivo, se incineran residuos tóxicos y peligrosos provenientes de hospitales. (20).

Este proceso de tratamiento presenta en la actualidad un desarrollo muy incipiente, y exclusivamente en el D.F., en donde se tiene una capacidad instalada de 150 tons/día en 3 líneas de operación. Dos de ellas en un incinerador de 100 tons/día, localizado en las inmediaciones de la planta industrializadora de San Juan de Aragón, D.F. y otra más de 50 tons/día ubicada en la Delegación Tlalpan.

El incinerador de la planta de San Juan de Aragón fué construido por una empresa Suiza la cuál dejó la obra sin terminar y actualmente se inician trámites para contratar a una empresa Española para que finalice la obra y la ponga en marcha, cabe mencionar que las instalaciones se encuentran sumamente deterioradas por lo que el costo que significa ponerla en funcionamiento es más elevado de lo que costó la planta.

Para dar un poco más de información reciente a éste trabajo, en Guadalajara Jal., se cuenta también con su propia planta industrializadora de residuos, funcionando desde hace 15 años con una capacidad de 680 tons., diarias, produciéndose 1880 tons/día, por tanto, las 1200 tons. restantes son transferidas para su disposición final a través del relleno sanitario. Por otra parte la eficiencia de estos dos métodos no es suficiente para la producción de desechos sólidos en esta ciudad, y por esta razón se optó por instalar una nueva industrializadora la cuál procesará diariamente 3400 tons/día - -

quedando cubiertas las 1000 toneladas/día que no producen, considerándose el incremento sobrante hasta el año 1990 aproximadamente.

A continuación se presenta una ilustración general de los métodos más comunes y el más usado en la República Mexicana. (fig-19).

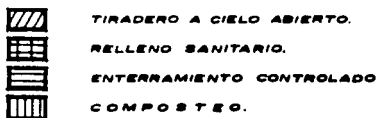
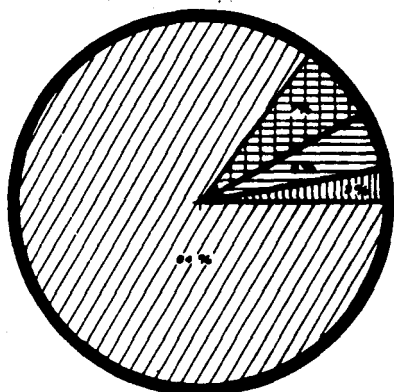
En dicha ilustración se habla del método Composta, este término se desglosará en el capítulo IV.

Esta ilustración es de suma importancia ya que nos muestra los porcentajes de basura que son dispuestos a través de los mencionados métodos.

Como se ve por el método de composteo solo se alcanza a manejar el 3% de la basura generada en todo el País.

Así mismo es alarmante el hecho de que el 85% de la basura está fuera de control, pues se dispone mediante tiraderos a cielo abierto y que tan solo un 13% se dispone de manera más o menos controlada a través de rellenos sanitarios y enterramientos controlados.

Por esta razón es claro que el País entero debe hacer conciencia y darle todo el apoyo al método más eficiente ó en sí al que se utilice en cada Estado incrementando al 100% la eficiencia de estos, esto por otra parte ayudaría fuertemente a la estabilización del impacto ambiental por el cuál estamos pasando. (19) (11) (24).



FUENTE : PIMADI I.R.N. Planta modular para el procesamiento de sólidos orgánicos e inorgánicos.
(1er reporte) — Marzo/1987.

FIG. 19 PORCENTAJES DE LOS USOS DE LOS DIFERENTES METODOS DE DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN MEXICO.

CAPITULO IV

INDUSTRIALIZACION

DE LOS

DESECHOS SOLIDOS

CAPITULO IV INDUSTRIALIZACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS

4.1 RECICLAJE.

El reciclaje de materiales implica la devolución al ciclo de consumo de materiales terminados ó medios que son sub-productos que se generan en el ciclo habitual de la transformación de recursos naturales en bienes de consumo.

Este proceso por sus características debe considerarse como un pre-tratamiento con el que deben contar todos los métodos para el tratamiento de residuos sólidos con obtención de productos comercializables.

El objetivo de este proceso es separar de la basura "fresca" una serie de materiales que dadas sus características y su demanda en el mercado, pueden tener una alta reutilización como materia prima en la industria.

Principales tipos de materiales reciclables.

-Algodón.

-Cartón.

-Cuero.

-Envases de cartón encerado.

-Fibras sintéticas.

-Hueso.

-Lata.

-Loza y cerámica.

-Madera.

-Materiales ferrosos (chatarra).

-Materiales no ferrosos-(Aluminio, Cobre, Plomo, Antimonio y Bronce.)

-Papel.

-Plástico - (Duro de película).

-Trapo.

-Vidrio - (Blanco, Ambar, Verde, Mixto).

-Otros.

Estos materiales al ser separados de la basura permiten obtener -
la materia orgánica contenida en ésta para su posterior tratamiento.

4.1.1. CARACTERISTICAS DE ALGUNOS MATERIALES RECICLABLES.

-Cartón y papel Kraft.

Este tipo de material es de color café claro, normalmente proviene de cajas y empaques.

También se pueden considerar similares a este material las bolsas para cemento y bolsas comerciales del mismo color.

Se debe seleccionar este tipo de material, separando aquel que se encuentre relativamente limpio del que se encuentra sucio -- en exceso, ya que normalmente tienen precios distintos en el mercado.

Para vender este material se deben formar capas de un tamaño y peso que facilite su manejo.

Este tipo de cartón es utilizado como materia prima por algunas empresas que se dedican a manufacturar cartón y papel kraft.

-Papel.

El papel que en general contiene la basura se puede clasificar en dos tipos, dependiendo de su grado de limpieza: papel comercial y doméstico.

Por Papel Comercial, se entiende todo aquel que se recolecta en oficinas y comercios, que en general es de buena calidad y que se encuentra relativamente limpio, ya que normalmente no se mezcla con desechos orgánicos.

Por Papel Doméstico, se entiende aquel que se recolecta en forma domiciliaria y que por lo tanto, con frecuencia, viene mezclado con desechos orgánicos de todas clases y consecuentemente se encuentra bastante sucio.

Ambos tipos de papeles son utilizados como materia prima, por las industrias papeleras que se dedican a la fabricación de cartón gris, cartoncillo, separadores de tomate, cartones para huev y cajas para zapatos.

-Trapo.

El trapo que se encuentra en la basura es de distintas clases, puesto que normalmente es ropa de diferentes tipos y bastante usada.

Este material, con el objeto de venderlo a los mejores precios, se debe clasificar en los distintos grupos de sus componentes- es decir, separar el algodón, casimir, estambre, fibras sintéticas y trapo gris. El algodón de buen tamaño se puede utilizar, mediante un lavado previo, para la limpieza de maquinaria de imprentas, barcos y aviones.

El casimir, estambre y fibras sintéticas, se pueden utilizar como materia prima por algunas de las fábricas de dichos materiales.

El trapo gris se puede utilizar como materia prima para hacer borra, la que a su vez se puede usar en la fabricación de colchones y muebles de baja calidad.

-Chatarra metálica.

Es el conjunto de materiales metálicos que se encuentran en la basura; se usan como materia prima por las empresas siderúrgicas y de fundición para fabricar hierro colado y lámina.

-Vidrio.

El vidrio generalmente se encuentra en la basura como envases y pedacería diversas.

Los envases pueden ser en general de dos tipos:

Los que tienen valor como tales.

Los que tienen únicamente valor como vidrio.

La pedacería de vidrio y los envases que no tienen valor como tales, son utilizados como materia prima por empresas que fabrican productos de vidrio, por ejemplo: fábricas de vidrio soplado.

Normalmente este material debe clasificarse en vidrio blanco, ámbar y revuelto.

El blanco es el que normalmente tiene un precio de mercado más alto.

-Plásticos.

Los contenidos en la basura pueden clasificarse en dos tipos:

a) Sólidos.

b) De película.

a) Sólidos.- en esta clasificación se encuentran el PVC, polietileno de alta densidad, poliestireno y polipropileno utilizados en la fabricación de envases, cubetas y juguetes.

El plástico sólido ó duro para que tenga valor se debe clasificar por color y tipo, posteriormente debe ser lavado y molido para convertirse en materia prima de elaboración de artículos de segunda calidad.

b) De película.- polietileno de baja densidad generalmente usado en la fabricación de bolsas.

El plástico de película es de baja aceptación en el mercado ya que se encuentra, por lo general, demasiado sucio. Sin embargo no debe descartarse su utilización potencial.

-Hueso.

El hueso que normalmente se encuentra en la basura, es el que proviene de desperdicios domiciliarios y de carnicerías y es utilizado como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados.

Por otra parte cabe mencionar que en toda la República Mexicana, dicho reciclaje se lleva a cabo única y exclusivamente a través de la "pepena", que como ya se dijo en capítulos anteriores, consiste en separar manualmente una serie de sub-productos con el fin de reutilizarlos, y que de alguna manera conlleva un valor comercializable.

En sí esta técnica se clasifica por su recuperación en 4 formas:

-Índice máximo de recuperación.

-Índice medio de recuperación.

-Recuperación biológica.

-Índice bajo de recuperación.

- a) Índice máximo de recuperación: Aquí se encuentra la selección de materiales existentes en la basura que pueden ser utilizados sin proceso de industrialización alguno exceptuando el lavado y eventualmente, esterilizado. Citamos por ejemplo, botellas de refrescos ó cerveza, en buen estado. En este caso no hay pérdida de ningún insumo energético aplicado a las diversas etapas de fabricación de aquel producto y además la energía gastada para tomarlo nuevamente utilizable es mínima.
- b) Índice medio de recuperación: En este caso está la recuperación de ciertos materiales que necesitan de un proceso industrial que los transforme nuevamente en materia prima reusable. Ejemplo; pedazos de vidrio (deberán ser limpiados, molidos y refundidos), plásticos (requieren trituración lavado, aglutación y finalmente, extrusión), metales (fundición). Se observa que, en este caso, la energía utilizada en la última fase de transformación del producto se ha perdido y además hay una mayor absorción energética durante el proceso de recuperación.
- c) Recuperación biológica: (Índice medio de recuperación). Este es el caso de la descomposición aeróbica con la producción de composta orgánica importante para los cultivos agrícolas y los productos de descomposición anaeróbica, con la obtención de combustible gaseoso (CH_4) y abono orgánico.

d) Índice bajo de recuperación; Este aspecto comprende la incineración de materiales con poder calorífico relativamente alto, como son: plásticos, madera, trapo, cuero y caucho. En este caso están siendo desperdiciadas todas las transformaciones industriales sufridas por la materia prima básica hasta la obtención del producto final. Por ejemplo; Una bolsa de plástico hecha con polietileno de baja densidad, se usa generalmente para embalaje y tiene un poder calorífico semejante al del aceite combustible, por lo que se le puede comparar en cuanto a fuente energética se refiere, para la producción de calor, debido a que la bolsa de plástico durante su proceso de fabricación recibió mucha energía la que está siendo completamente desperdiciada al ser utilizada como combustible en hornos y calderas. (1) (2) (5) (6).

4.2 PIROLISIS

Este tratamiento consiste en la descomposición de materia orgánica por calentamiento a altas temperaturas, bajo presión y en una atmósfera pobre ó libre de oxígeno, en un reactor diseñado especialmente para este proceso.

Como resultado de la reacción anterior se obtienen compuestos orgánicos:

Gasosos:- Cuyo contenido es principalmente H_2 , CO y CH_4 .

Sólidos:- Una mezcla de vidrio, metales, plásticos y carbono fijo formando un material con características semejantes al coque con un poder calorífico de 12,000 BTU/Libra.cal/Kg

Líquidos:- Condensado acuoso que contiene agua y compuestos orgánicos como alcohol metílico, alquil alcohol y metil cetona, y un aceite combustible de acetato y alquitran con un poder combustible de 5,000 Kcal/kg.

El mayor ó menor rendimiento en la formación de cada uno de estos productos, depende de la composición del material sometido a este proceso, sobre todo de la humedad de la materia orgánica y de factores como la temperatura, presión, tiempo de proceso y velocidad de transferencia de calor en la cámara pirólítica. Para este tratamiento se cuenta con un reactor pirólítico, y consiste de una retorta calentada con gas, hermética y rebastida con una chaqueta bien aislada.

Esta retorta gira lentamente y tiene una pequeña inclinación en el sitio de la alimentación hacia la descarga, los residuos son alimentados a través de un sello que se abre íntimamente y son sometidos dentro de la retorta a temperaturas de 650° a $1400^{\circ}C$, en una atmósfera libre de oxígeno, al estar en ausencia de oxígeno los materiales no entran en una combustión propiamente dicha. Si no que son descompuestos en sólidos, líquidos y gases.

En sí este tipo de tratamiento aún no ha tenido demanda en ningún Estado de la República pero en Estados Unidos funciona, y aquí en nuestro País, no se descarta la posibilidad de que al igual que otros tratamientos que a continuación se mencionan sirvan como métodos industriales para la disposición de los desechos sólidos. (20).

4.3 COMPOSTEO.

Este tipo de tratamiento se define como la digestión bacteriana de la materia orgánica contenida en la basura en condiciones aeróbicas, (aeróbico-actividad natural de descomposición en la materia orgánica, mediante la agresión de bacterias y micro-organismos que necesitan del aire para subsistir y trasladarse, llamados aerobios; esta descomposición produce, auxiliada por la oxidación: agua, bióxido de carbono, calor y compuestos nitrogenados). Por medio del cual se obtiene un humus estabilizado conocido como mejorador de suelos, sus características principales son las siguientes:

- Es inocuo, debido a la ausencia de micro-organismos patógenos como: *Salmonella thyposa*, *echerichia coli* y *proteus vulgaris*.
- Es de color café-grisáceo, de textura suave y con leve olor a tierra húmeda.
- Tiene múltiples ocupaciones como mejorador y regenerador de suelos, como son:

- Facilita el laboreo.
- Aumenta la cohesión de tierras arenosas.
- Disminuye la cohesión de tierras arcillosas.
- Aumenta la retención de agua.
- Retiene el calor en la tierra.

Este tratamiento se puede llevar a cabo en dos formas:

- a) Fermentación natural.
- b) Fermentación acelerada.

4.3.1 FERMENTACION NATURAL.

El material orgánico contenido en la basura se tritura (generalmente por medio de un molino de martillos) y se pasa por una criba. La fracción fina así obtenida se envía a grandes patios donde se forman pilas (pilas de maduración y fermentación). Periódicamente estas pilas se voltean ó remueven, con la finalidad de controlar las variaciones de temperatura y propiciar que la biodegradación se realice uniformemente. El tiempo que se requiere para la estabilización del material es de cuatro a seis meses dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura. Transcurrido este período se pasan por una criba fina donde se obtiene un producto de mejor calidad y listo para ser comercializado.

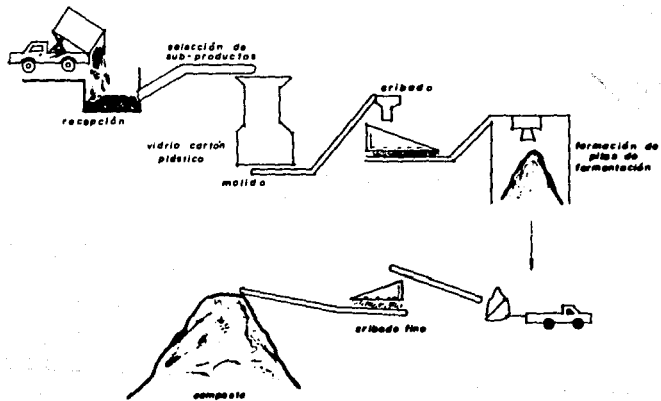
En las pilas de fermentación la actividad bacteriana es intensa, las bacterias mesofílicas (20° ó 50°C), presentes en la basura, transforman los compuestos orgánicos en sustancias más simples. En esta transformación se libera mucha energía, elevándose la temperatura de la masa. Con este aumento de temperatura se activan las especies termófilas (50°-65°C) que se encuentran en estado latente en la basura.

Los períodos mesofílicos y el primero de los termófilos tiene una duración de cinco a ocho días en la fermentación. Sin embargo en la fase de mayor actividad enzimática, al final de la misma y como resultado del aumento de temperatura se establecen condiciones restringidas de supervivencia, que hacen que predominen las bacterias termófilas, esta situación propicia que la temperatura en la pila alcance ó sobre pase los 70°C durante dos o tres semanas, hasta la estabilización de la materia orgánica produciéndose un descenso de la temperatura con la consecuente desaparición de las bacterias termófilas, quedando además libre de microorganismos patógenos como los mencionados anteriormente, de nemátodos y semillas que pueden ocasionar problemas a las tierras de cultivo.

4.3.2 FERMENTACION ACELERADA.

El empleo de digestores para lograr la estabilización del material orgánico tiene ventajas sobre el proceso de fermentación natural y ya que:

FIG. 20 PRODUCCION DE COMPOSTA POR FERMENTACION NATURAL



- 1.- Se requieren tiempos de retención de uno a quince días.
- 2.- Se evita el uso de grandes extensiones de terreno.

Este proceso consta de tres fases principales:

- 1).- Transformación de materia orgánica en un término de 24 horas mediante el uso de digestores y la inoculación de bacterias como medio de aceleración del proceso.
- 2).- la adición de productos químicos al composte en las cantidades requeridas, para elevar los valores nutricionales del mismo y satisfacer las fórmulas deseadas con el objeto de que estas sustancias vayan incorporadas al medio orgánico y se evite su pérdida por lixiviación o combinación en formas insolubles con el complejo del suelo.
- 3).- Una segunda inoculación de microorganismos útiles al suelo, (bacterias proteolíticas y hongos pertenecientes a Aspergillus, Actinomicetos y Penicillium, que proliferen en el medio del composte e intervienen en la transformación de los nutrientes a formas asimilables por las plantas superiores.

Como ya se mencionó anteriormente la transformación de la materia orgánica se lleva a cabo dentro de un digestor. Este es un cilindro metálico o de concreto, dividido en ocho pisos. Una flecha central acciona un sistema de arado o de paletas en cada uno de los pisos, la cual da una vuelta cada seis minutos.

El material que entra por la periferia del piso superior en tres horas es desplazado al centro donde se localiza una abertura circular por la que cae el material al piso inferior. En este comportamiento la inclinación de los arados es contraria para desplazar el material hacia la superficie en donde se encuentra otra boca que permite la caída de material al piso inferior y así sucesivamente.

Los arados al mismo tiempo que desplazan lentamente el material, lo van revolviendo con el objeto que haya una aereación completa en toda la masa y lograr que el proceso sea aerobio.

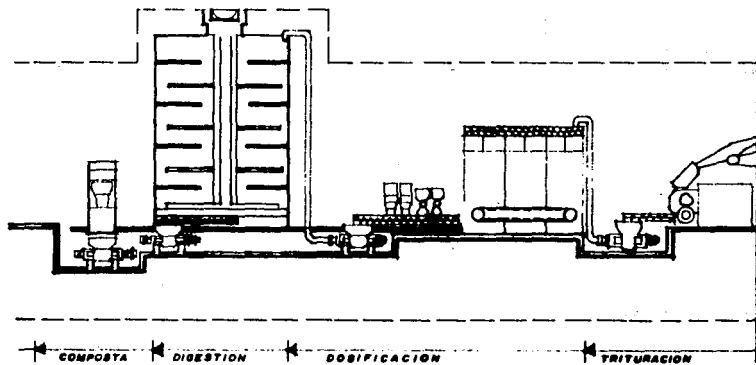
En la parte superior de cada cámara hay una tobera de admisión de aire y diametralmente opuesta, una de salida de vapor. Todas las toberas cuentan con oclusores que regulan la entrada de aire y la salida de vapor, para el control de las temperaturas.

En cada piso hay una puerta de registro y una mirilla para inspeccionar al interior de las cámaras. Termómetros fijos en las cámaras de aire de los pisos indican las temperaturas que se producen en cada uno de ellos. (fig-21).

Al final del proceso se obtiene un material casi completamente digerido, ya que contiene una fracción muy pequeña descompuesta en forma parcial y la constituyen principalmente ligninas y algo de celulosa.

Las ligninas son de difícil reducción, y son las que dan a la composta las características especiales de nutrientes para los microorganismos del suelo, que permite una actividad bacteriana intensa y controlada.

FIG. 21 PRODUCCION DE COMPOSTA POR PERMENTACION ACELERADA



Usos de la composta.

-Para suelos arenosos se recomienda aplicar de veinte a cuarenta toneladas por hectárea para proporcionar una adecuada consistencia y textura.

Para suelos arcillosos se pueden hacer aplicaciones de cuarenta a sesenta toneladas por hectáreas con lo cual mejora sus propiedades físicas y se facilita el movimiento de agua.

-Para árboles frutales, dependiendo de la edad del árbol se aplica de la siguiente manera:

Arboles de cuatro años ó más	- de 20 a 50 kg.
Arboles de dos años	- de 15 a 30 Kg.
Arboles de un año.	- de 10 a 15 kg.

-En jardinería.- Usar 4 kg/m^2 y aplicar bastante agua da muy buenos resultados.

-En tierras de cultivo.- La aplicación de composta tiene efecto -- hasta por tres años ó más dependiendo de la rotación de cultivos y del cuidado que se tenga de estos, pudiéndose aplicar de veinte a cien toneladas por hectáreas.

En México el composteo es el único proceso de tratamiento de basu que se realiza. Sin embargo las experiencias que han arrojado la operación de plantas composteadoras no es del todo satisfactoria por múltiples aspectos.

Nuestros hábitos de consumo, la actitud paternalista del estado hacia sus trabajadores, la falta de planeación y el difícil y complejo manejo político de la basura se convierten en serios obstáculos para la adecuada operación de las plantas productoras de compost. En todos los casos estas instalaciones funcionan muy debajo de su capacidad real, siendo el caso más "dramático" por sus dimensiones la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón, que trabajan solo al 60% de su capacidad. Otro ejemplo es el de la Planta del mismo tipo de la Cd. de Toluca, que fue ubicada casi en el Centro de la Ciudad y que tuvo que ser cerrada por los problemas de ruido y mal olor que generaba, afectando sensiblemente a la población.

No obstante estos resultados algunos municipios insisten en instalar y operar este tipo de plantas como Oaxaca, que recientemente inauguró una planta de tal tipo, o como el caso de Querétaro que está iniciando acciones para contar con una de ellas.

Lo mismo sucede en Guadalajara que también tiene una pequeña planta industrializadora para la elaboración del compost.

Para finalizar, conviene aclarar que el costo de proceso varía de \$ 4,000 a \$ 10,000 por tonelada, según el grado de mecanización del mismo.

4:4. COMPACTACION.

Mediante este tratamiento, la basura se compacta en bloques, donde se reduce su volumen inicial en siete o diez veces.

Este proceso fué desarrollado en Japón y más tarde fué modificado en Francia, utilizando el mismo principio de prensado de chatarra de automóviles. Este método deshidrata casi por completo a la basura, obteniéndose un producto final tan duro como una roca, pudiéndose empacar en tela de alambre ó lámina delgada u otro material y pueden ser recubiertos con cemento, asfalto ó vinilo para su posterior utilización ó disposición final.

A los bloques así obtenidos se les pueden dar diferentes tamaños y formas, pudiendo llegar a pesar hasta dos toneladas con una dimensión de 80 x 80 x 125 cm., con la característica que pueden ser unidos entre sí.

El proceso de compactación se divide en tres etapas:

- a) Estrechamiento y compresión de la basura.
- b) Disposición de los residuos líquidos extraídos.
- c) Revestimiento ó recubrimiento de los bloques.

A).- Estrechamiento y Compresión.

En esta etapa el proceso sigue los siguientes pasos (Fig-22).

-Los camiones recolectores vacian toda la basura en un compartamiento especial a través de una compuerta.

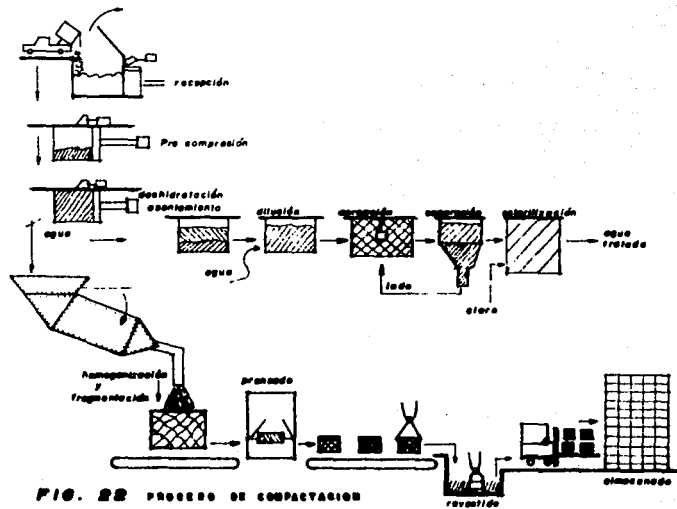


FIG. 22 PROCESO DE COMPACTACION

-La compuerta se cierra para evitar malos olores.

-La basura es precomprimida por medio de un cilindro neumático - el cual exprime toda el agua que la basura pueda contener, drenándose a través de un albañil hasta depositarse en un tanque.

-La basura precomprimida es colocada dentro de una tolva revolve dora para homogenizarla y posteriormente depositarla en cajas - hechas de tela de alambre ó lámina delgada.

-Las cajas pasan a un cilindro donde son sometidas primero a una presión superficial, luego a una concentrada y finalmente a una supercicial.

El bloque así obtenido queda listo para ser recubierto.

b). Disposición de los residuos líquidos extraídos.

El líquido obtenido por la etapa anterior puede ser utilizado como agua tratada, si se somete al siguiente proceso:

-Los residuos líquidos son depositados en un tanque donde se dejan asentar.

-El sobrenadante se diluye agragándole agua.

-Ya diluido se pasa a un tanque donde se aerea.

-Posteriormente se transfiere a un tanque separador donde los lodos se regresan al tanque de almacenamiento, donde se esteriliza con cloro y está lista para ser aprovechada.

C) Revestimiento de los bloques obtenidos.

Los bloques sólidos de la prensa son transportados por medio de cadenas a unos depósitos que contienen asfalto, cemento, -vinil ó algún otro material líquido que proporcione una película impermeable y que dadas sus características sea resistente a ácidos, alcalis, temperatura, rayos ultravioleta, y que sea inerte. Posteriormente se almacena, si es que se le va a dar un uso o se traslada a algún sitio para su disposición final. (19) (14).

Como se muestra este proceso es demasiado interesante y práctico, en cuanto a su costo es demasiado variable dependiendo del tipo de tecnología empleada.

En la Secretaría de Desarrollo y Urbanización Ecológico (SEDUE),- este proceso también se tiene en estudio como una efectiva solución al problema de la contaminación ambiental ocasionada por los desechos sólidos.

Por otra parte información recibida por la Dirección General de -Desechos Sólidos, este proceso es hasta la fecha el más usado únicamente en Japón y Francia. (15).

4.5 OTROS.

Como se mencionó anteriormente existen otros tipos de procesos que ciertamente en otros Países son de amplia funcionalidad, y es de amplia

importancia hacer mención de algunos de ellos, que por supuesto -
SEDUE los mantiene en estudio como estrategias a futuro..

Hidrogenación:

El proceso de hidrogenación no es un método para tratar la basura, pero mediante él, la materia orgánica es transformada en productos orgánicos combustibles (aceites): mediante el empleo de monóxido de carbono (CO) y agua a temperaturas que varían de 350° a 400°C y a una presión - de 300 atmósferas, acompañado de diversos catalizadores. En los Estados Unidos de manera experimental se han obtenido hasta 320 litros de aceite ligero por tonelada de materia orgánica, los cuales tienen bajo contenido de azufre. (15).

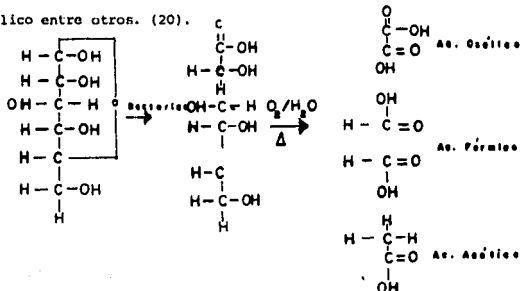
Oxidación:

Igual que el proceso anteriormente descrito este tratamiento por sus características puede ser una alternativa para la obtención de materiales comercializables a partir de materia orgánica contenida en la basura.

Mediante este proceso el material orgánico se degrada por oxidación, mediante el empleo de agentes oxidantes o bien, haciendo circular oxígeno atmosférico a presión dentro de un recipiente con temperatura de 220° a 230°C, y se requiere que la materia orgánica se encuentre en solución ó en suspensión acuosa.

De este proceso se obtienen compuestos sencillos como ácidos orgánicos de bajo peso molecular y de alto valor comercial para la --

industria química tales como, ácido acético, ácido fórmico y ácido oxálico entre otros. (20).



Obtención de ácidos a partir de una molécula de glucosa.

Estos productos son requeridos por la industria en general como materia prima, por ejemplo: En la fabricación de perfumes, colorantes, estampados de tejidos y tintes acetato de celulosa,

Hidrólisis:

Por este proceso los residuos de tipo agrícola se transforman en azúcares, mediante el empleo de ácido como el clorhídrico y sulfúrico y temperatura elevada.

Cuando se emplea ácido clorhídrico en el proceso y se neutraliza con hidróxido de sodio, se produce una sal que puede utilizarse como agregado en la fabricación de alimento para ganado. (14).

Además la fermentación de los azúcares producidos, permite obtener alcohol etílico, ácido cítrico y abonos para la agricultura.

Este proceso tuvo su origen en los Estados Unidos y es empleado en los Países como Alemania, Japón y Rusia, para el tratamiento de residuos agrícolas, obteniendo de las celulosas de estos, azúcares como glucosa y sacarosa.

En nuestro País no se tienen experiencias respecto a este proceso; y sin embargo si se desarrolla una tecnología acorde a las características del País, pudiera tener un futuro promisorio debido a la gran cantidad de residuos agrícolas que se producen actualmente.

No se tienen costos estimativos de este proceso. (17).

No se tienen costos estimativos de este proceso. (17).

Deshidratación.

Este tratamiento es aplicado principalmente a desechos orgánicos y consiste en la extracción del agua contenida en los residuos por medios físicos reduciendo su volumen hasta en un 50%, obteniendo un producto deshidratado que se puede compactar y ser utilizado como alimento para ganado. El proceso se realiza de la siguiente manera:

El material orgánico contenido en la basura es triturado y colocado en el recipiente donde se le aplica calor para eliminar el agua, deshidratándolo primero y cocinándolo posteriormente. Este fácil proceso se caracteriza porque de él se obtiene un producto libre de microorganismos, susceptible de ser utilizado como forraje. Sin embargo se requiere de un alto consumo de combustible en los momentos de deshidratación y cocción.

El proceso se lleva a cabo en un recipiente de doble capa, entre los que se hace circular vapor de agua, lo que permite la aplicación uniforme de calor. Adicionalmente hay en el recipiente un sistema de palas que remueven el material a efectos de homogenizarlo. (5).

CAPITULO V

EFFECTOS EN LA SALUD,

EL MEDIO AMBIENTE Y

PERSPECTIVAS EN MEXICO

DE LOS DESECHOS SOLIDOS

CAPITULO V EFECTOS EN LA SALUD, EL MEDIO AMBIENTE Y PERSPECTIVAS EN MEXICO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

5.1 EFECTOS DE LOS DESECHOS SOLIDOS SOBRE LA SALUD.

La permanencia en el ambiente, de los desechos sólidos, redundan en daños a la salud. Debido a que a la fecha existen en toda la República los Tiraderos a Cielo Abierto, en estos se llevan a cabo los procesos de fermentación aeróbicos y anaeróbicos, generando altas temperaturas y debido a la producción de metano se producen autocombustiones -- que contaminan el aire con humos, polvos y cenizas; hay que añadir a esto la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por los líquidos producidos; además el viento dispersa papeles, plásticos así como olores y este lugar atrae insectos y roedores propagadores de enfermedades.

Los daños hacia la salud por medio de los desechos sólidos, los podemos considerar de las siguientes formas: Físicos (por las contusiones y accidentes debidos a objetos vulnerables); Químicos (por las intoxicaciones con productos industriales); Biológicos (contaminación por agentes patógenos) y Psicológicos (causados por la depreciación y el desconfort ambiental. (11) (24).

Las vías de acceso por las que los desechos sólidos pueden afectar al hombre con la subsecuente producción de los efectos mencionados son:

Por Contacto Directo:- En las personas que por su actividad interraccionan directamente con los desechos sólidos (nos referimos a los "Pepeñadores) siendo estos quienes más sufren enfermedades. Como se mencionó en el Cap. II a la fecha existen 15 mil trabajadores de la peña que viven bajo las condiciones más deplorables de vida: alto índice de enfermedades, alta mortandad infantil, desnutrición, etc.

Por Contacto Indirecto:- Se refiere a las personas que habitan cerca de los tiraderos y que a través del viento principalmente se contagian de alguna enfermedad que se mencionan:

Las principales enfermedades producidas por el manejo inadecuado de los desechos sólidos son transmitidos por roedores, pulgas, piojos, moscas, mosquitos, garrapatas, arañas, chinches, cucarachas, escara --bajos y protozoarios, gusanos planos (platelmintos), gusanos redondos (nematelmintos), cétodos ó tenias y tremátodos.

Son las siguientes:

-Fiebre Tifoidea.

-Salmonelosis.

-Tifo.

-Amibiasis.

-Giardiasis.

-Paludismo.

-Dengue.

-Multiparasitosis: Oxiuros, Trichuris Trichuris, Teniasis o - -
Tricocefalosis.

-Toxoplasmosis.

Este tipo de enfermedades son transmitidas por los animales & insectos antes mencionados los cuales son reservorios & vectores.

Dentro de los principales signos y síntomas se encuentran:

- a) Desnutrición.
- b) Anemia.
- c) Diarrea.
- d) Fiebres continuas & intermitentes.
- e) Astenia (Agotamiento).
- f) Dolor de cabeza (Cefalea).
- g) Pérdida de apetito (Hiperexia).
- h) Dolor abdominal.
- i) Somnolencia.

También podemos encontrar signos y síntomas en grado más elevado dependiendo de la gravedad & virulencia del agente causal hasta llegar al coma profundo y muerte del individuo. (10) (18).

5.1.2 CONTAMINACION DEL SUELO.

El suelo, generalmente ha sido considerado como un elemento inerte. Sin embargo, guarda en la superficie y en su interior una cantidad inimaginable de organismos que en su conjunto colaboran a la producción de alimentos para las plantas y por ende para los animales y el hombre.

Es casi infinito el número de eventos que pueden contaminar el suelo. Los desechos sólidos son el medio de transporte de multitud de contaminantes, aunque en primera instancia sea difícil concebirlo como tal. Sin embargo, si consideramos su variada composición entenderemos claramente esta cuestión.

Los desechos domésticos están compuestos principalmente por residuos alimenticios, que al descomponerse dejan disponibles en el suelo sustancias químicas (nitratos, nitritos, fosfatos, amoníaco, etc.) que si bien en pequeñas cantidades son necesarias para la vida, en exceso se convierten en un problema de contaminación, ya que pueden aumentar sensiblemente el contenido de sales en el suelo y llegar a producir inclusive problemas de desertificación.

Por otro lado, la ya citada diversidad de residuos puede llevar al suelo sustancias cuya toxicidad es variada pero en todos los casos peligrosa.

Así, los metales como Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), fierro (Fe), etc. constituyen un serio problema ambiental ya que todos-

ellos son elementos extremadamente tóxicos y al entrar en contacto con el medio pueden combinarse con compuestos diversos que pueden aumentar su toxicidad. Otro problema relacionado con estos metales son los fenómenos de bioacumulación, biomagnificación y transporte. El Mercurio - por ejemplo, (en forma de Metil Mercurio) se puede acumular en tejido-graso y conjuntivo de algunos organismos del suelo (Nemátodos ó Anélidos) por lo que al estar en contacto con el contaminante aunque solo sea en pequeñas cantidades que no son eliminadas por el animal, la concentración del Mercurio en tejidos irá aumentando paulatinamente.

La biomagnificación y transporte ocurre a través de la cadena trófica. Cuando el organismo contaminado es consumido por otro eventualmente también afectado, añade a su metabolismo la concentración de contaminante contenido en el animal consumido, y al desplazarse de un lugar a otro y ser también devorado por un individuo colocado en el siguiente eslabón de la cadena trófica el contaminante se transporta también, pudiendo afectar finalmente a poblaciones muy alejadas al sitio de disposición final.

En lo que hace a los compuestos orgánicos, cuya toxicidad es muy alta y que se encuentran también entre los residuos sólidos domésticos ó industriales (en mayor concentración entre estos últimos) son fuentes importantes de contaminación del suelo y un gran riesgo porque muchos de ellos son teratogénicos, potencialmente cancerígenos y venenosos del sistema nervioso. Al igual que los metales pesados son bioacumulables, biomagnificables y pueden ser transportados también a través de cadena trófica.

Los compuestos orgánicos que en este sentido tienen un mayor importancia son los plaguicidas organo-clorados ya que su comercialización es muy intensa y por lo menos en los Países Latinoamericanos su venta no tiene ninguna restricción por lo que prácticamente están presentes en todas las casas y campos de cultivo.

Los plaguicidas en general, son sustancias químicas que se usan para controlar y prevenir la proliferación de insectos, hongos y otros organismos que pueden ser dañinos para la salud, o para algún cultivo. Por su estructura molecular los plaguicidas son difíciles de degradar por bacterias y otros seres vivos, además esta estructura hace que se puedan acumular en tejidos, vegetales y animales produciendo el fenómeno de bioacumulación ya mencionado.

Se ha calculado que el DDT tiene un período de permanencia mínimo de 15 años en el medio. Evidentemente, este tiempo permite que el plaguicida sea transportado inclusive a lugares muy lejanos a su aplicación. Al ser rociado sobre los campos de cultivo, los plaguicidas pueden acumularse sobre los tejidos de los vegetales y así ser transportados al entorno urbano. Cuando se consumen alimentos con estas características, además de causar serios problemas a quienes los ingieren, los desechos generados llegan al sitio de disposición final con su carga respectiva de DDT, dejando al contaminante en el suelo. Por supuesto, la magnitud del problema dependerá de la cantidad y composición de los residuos, pero no hay duda de que los plaguicidas son un serio problema de contaminación del suelo. (9).

5.1.1 CONTAMINACION DEL AGUA.

Como ya se ha mencionado en este texto, uno de los principales peligros para el medio por la disposición de los desechos sólidos en cualquiera de sus formas, es la producción de lixiviados. Por las características químicas y físicas del agua (es el disolvente universal y principal componente de los seres vivos), se convierte en un factor importante y muy vulnerable a la contaminación.

La contaminación del agua dependerá de las características del sitio de disposición final y de la estructura y composición de los desechos. En términos generales, los principales contaminantes que se pueden encontrar en el agua son:

- Desechos que consumen oxígeno:- Están íntimamente relacionados con la materia orgánica que puede arrastrar un lixiviado y su degradación por microorganismos que al igual que en el suelo se encuentran en el agua, y requieren del oxígeno presente en ella para su degradación.
- Agentes infecciosos:- Los organismos patógenos inevitablemente presentes en un sitio de disposición final, son fácilmente arrastrados por lixiviados convirtiéndose las escorrentías en transportadores de organismos infecciosos que eventualmente pueden ser causantes de epidemias de distintas magnitudes.
- Nutrientes:- Estos compuestos a los que ya se ha hecho referencia también pueden estar presentes en los lixiviados con las consecuencias ya descritas.

-Productos químicos orgánicos e inorgánicos:- En los sitios de disposición final, donde se depositan residuos industriales y aún domésticos, es muy probable que los lixiviados que ahí se formen contengan una gran cantidad de compuestos químicos de peligrosidad variable. Está comprobado que una cantidad significativa de metales pesados están presentes en la mayoría de los lixiviados en todas partes del mundo, con el gran riesgo potencial que esto implica.

Ahora bien, todos los compuestos que contaminan el suelo y que producen daños a éste, pueden contaminar el agua donde el problema es más grave aún, ya que muchos de los contaminantes que en el suelo pudieran afectar exclusivamente a un cultivo o a una zona determinada, cuando llegan al agua acarreados en lixiviados quedan fácilmente disponibles en ella por las características de solubilidad de estos compuestos.

Volviendo al caso del mercurio como ejemplo, las sales mercurícas son las más peligrosas porque presentan una muy alta solubilidad, lo que facilita la absorción del compuesto por diversos organismos del medio. Así, se sabe que los Salmónidos absorben Metil Mercurio por toda la superficie de contacto del pez con el agua, por lo que su ingestión no solo es a través de cadena trófica. A este respecto, se puede afirmar que el mercurio (al igual que otros metales pesados) representa un mayor peligro en el agua ya que los peces son organismos que el hombre consume directamente (como parte final de la cadena trófica).

Por otro lado, se ha calculado que las sales de Mercurio pueden permanecer en un organismo por periodos que van de 1 a 3 años, favoreciendo con esto su biomagnificación.

Otros compuestos que pueden encontrarse en los lixiviados que se producen en los sitios de disposición final y que pueden contaminar mantos freáticos son: Dinitrotolueno, Nefaleno, Fenol, Plaguicidas Clorados (Aldrin, Dieldrin, Toxafeno, Heptaclor, DDT), que no obstante su poca solubilidad en agua son peligrosos por su fácil bioacumulación y transporte, Pireno, 1-3 Diclorobenceno, etc. (14).

5.1.4 CONTAMINACION DEL AIRE.

Si bien es cierto que en la Ciudad de México, el problema de la contaminación atmosférica es de magnitud alarmante, los residuos sólidos poco aportan a esta contaminación aún que no por esto carezca de importancia la afectación a la atmósfera que causa un inadecuado manejo de los desechos.

Los aspectos que más afectan a la atmósfera en un sitio de disposición final son en principio, los malos olores generados por la descomposición anaeróbica de los residuos. Sin embargo estos olores son solo molestos y no causan ningún daño a la salud.

Lo realmente peligroso en el manejo de los desechos son las partículas de polvo y otros elementos que se desprenden de las basuras.

Se sabe que en México es la única Ciudad en el mundo, donde una gran cantidad de enfermedades gastrointestinales son adquiridas por vía respiratoria, debido a la enorme cantidad de microorganismos que se encuentran flotando en el ambiente, muchos de los cuales provienen de los cientos de tiraderos clandestinos que existen y entre los que sobresalen las bacterias coliformes fecales, que son organismos indicadores de contaminación por feclismo al aire libre, práctica muy común, por razones obvias entre quienes trabajan en la pepena.

Otro riesgo del que se ha hablado anteriormente es el de la presencia en la atmósfera del gas Metano que se genera por la descomposición bacteriana de la materia orgánica y que representa serios peligros de incendios.

Por lo antes dicho, es de vital importancia el establecer los mecanismos necesarios para un adecuado manejo de los desechos, a efecto de evitar que estos sean un factor más (aunado a la irracional explotación de nuestros recursos naturales), de la degradación de nuestro suelo, agua y aire. (15).

5.2 LA BASURA EN EL FUTURO.

México, al igual que muchos Países del mundo se encuentra en un momento coyuntural con respecto a los residuos sólidos.

Su limitado desarrollo tecnológico y la dependencia que en este sentido se tiene del exterior lo sitúa en desventaja para que el corto plazo, se pueda resolver el problema. Más aún, se prevé un aumento en la generación de desechos que cada día complicará el conflicto, - por tanto, se requiere de un gran esfuerzo por parte de toda la población para que cada sector en la esfera de su competencia colabore en su resolución.

Así, el gobierno deberá fomentar el reciclaje de los residuos - a través de acciones concretas que lo favorezcan y debe establecer - los mecanismos fiscales y crediticios que apoyen la instalación de - empresas que se dediquen al manejo y tratamiento de los desechos.

En el ámbito educativo se tienen que elaborar y aplicar, desde luego, programas de educación ambiental que induzcan a cambiar el - concepto que se tiene de los residuos y se comprenda en su cabalidad - cual es la actitud que hay que tener frente al problema.

La iniciativa privada deberá controlar y racionalizar la pro - ducción de objetos de poca utilidad y de difícil integración al ci - clo productivo o natural y hacer un esfuerzo para que los procesos - industriales que generan desechos tóxicos sean más eficientes ó en - su caso, no se eviten los gastos que representa disminuir la conta - minación ambiental.

En lo individual, cada ciudadano debe modificar su conducta con respecto de los desechos, tratar de racionalizar el consumo y aprovechar al máximo todo aquello que en primera instancia represente un - desperdicio.

Otros Países han logrado avances significativos en el manejo de residuos, España, Francia y Japón están en una posición vanguardista con respecto al problema. México a pesar de sus condiciones actuales debe estimular la investigación para manejar los residuos sólidos en condiciones adecuadas para el País evitando con esto la dependencia tecnológica ya referida.

Las tareas a emprender son titánicas, el problema es de todos y la solución debe involucrar a todos, la responsabilidad es compartida. No se puede postergar más el enfrentar el problema con racionalidad y decisión, a riesgo de llegar a un punto donde las visiones más apocalípticas sean solo parte de nuestra vida cotidiana. (14).

5.2.1 LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL D.F. PARA EL AÑO 2000

En este punto nos referimos únicamente al Distrito Federal y el principal objetivo es estimar el costo que implicaría el manejo de los desechos sólidos para el año 2000. Esta información fue obtenida por SEDUE donde se hizo este estudio.

Antes de finalizar 1983, el D.F. contaba con una población de aproximadamente 10'000,000 de habitantes que generaban diariamente 10,474 toneladas de desechos sólidos provenientes de distintas fuentes:

Domiciliarias	7,020 ton/día
Mercados	496 ton/día
*Residuos Industriales	2,912 ton/día
Hospitales	46 ton/día
	<hr/>
	10,474 ton/día

*En este caso, se generaban 9,708 ton/día; sin embargo, se supuso que, aproximadamente el 70% se reutilizaba dentro de las mismas industrias ó en otras sin pasa a formar parte del sistema de recolección, - por tanto para fines de generación, se considerarán únicamente 2,912 - ton/día.

Considerando que el incremento anual de la generación durante la última década había sido del 2%, se estimó 1.47 kg/hab/día, con lo - cual la generación diaria para el año 2000 sería:

Hipótesis de crecimiento	Generación diaria ton/día
Media	20,279
Alta	25,456

En cuanto a la infraestructura se consideró la cantidad de kiló- metros urbanizados, obteniéndose índices del tipo barrenderos/ Km², - ton/día incineradas por ton/día generación, etc.

Tomando como referencia las hipótesis (media y alta) de crecimiento, se determinó la infraestructura deseada, multiplicando estas relaciones por la generación diaria esperada δ en su caso por los KM^2 de área urbanizada obteniéndose así los resultados que se enmarcan -- en las siguientes tablas. (6, 7, 8 y 9).

En cuanto a costos se tomaron datos actuales de, transporte, -- servicio de recolección y la disposición final de los desechos sólidos, representándose por medio de la tabla (10), los costo aproximados para el año 2000, considerando tanto crecimiento urbano bajo como alto, también por medio de las tablas (11 y 12) se presentan los costos para cada uno de los componentes del sistema en el período 1984 - 1988 considerando también las dos hipótesis de crecimiento urbano y -- en las fig. (23 y 24) se presenta la evolución de costos del servicio considerando las dos variantes del crecimiento urbano.

En sí esta información representa uno de los pocos intentos realizados a la fecha para por un lado conjuntar la información necesaria y por otro el tratar de manejar el problema de los desechos sólidos en forma integral y conjunta con aspectos de crecimiento urbano, -- sociales, demográficos, etc.

Tipo	No. Unidades	
	a	b
Barredora	264	264
V. Recolector	2839	3564
U. Transbordo	122	153
Equipo Pesado	101	127

TABLA 6.- Equipo requerido año 2000

a	Ha		m ³	
	b	a	b	
750	942	50698	63640	

TABLA 8.- Area de disposición necesaria año 2000

Tipo	No.		Capacidad ton/día	
	a	b	a	b
Incineración	4	5	500	600
Tratamiento	2	3	1500	2250
E. Transbordo	21	27	15893	19348

TABLA 7.- Instalaciones año 2000

Barrido Manual	7 272	7 272
Barrido Mecánico	264	262
Recolección, Transporte y Disposición	8 922	11 200
Estación Transferencia.	63	81
Incineración	36	45
Tratamiento	300	450

TABLA 9.- Personal requerido año 2000

CONCEPTO	SIN CRECIMIENTO URBANO	AREA URBANA (1 045 km.)
Inversión	1246	1815
Operación	8849	10294
Mantenimiento	2492	2790
Reposición	1406	1732
Administración	455	608
TOTAL	14 448	17 239

Millones de pesos

TABLA 10.- Costo del Servicio de Recolección y Disposición de Residuos Sólidos para el año 2000

C O N C E P T O	AÑO				
	1984	1985	1986	1987	1988
Barrido manual	1729	1740	1749	1759	1768
Barrido mecánico	889	903	895	897	899
Recolección	3637	3799	3972	4150	4347
Transporte	601	626	702	682	672
Disposición	1020	1020	1020	1020	1020
Tratamiento	1574	606	606	606	1596
T O T A L	9450	8694	8944	9114	10302

Millones de pesos

TABLA 11.- Costo del Servicio de Recolección y Disposición de Basura para el período 1984-1988 (sin crecimiento urbano)

C O N C E P T O	AÑO				
	1984	1985	1986	1987	1988
Barrido manual	1781	1843	1907	1974	2043
Barrido mecánico	997	1028	1045	1063	1097
Recolección	3637	3799	3972	4150	4347
Transporte	601	626	702	682	818
Disposición	1020	1020	1020	1020	1020
Tratamiento	1574	606	606	606	1596
T O T A L	9610	8926	9252	9495	10921

Millones de pesos

TABLA 12.- Costo del Servicio de Recolección y Disposición de Basura 1984-1988 (con crecimiento urbano).

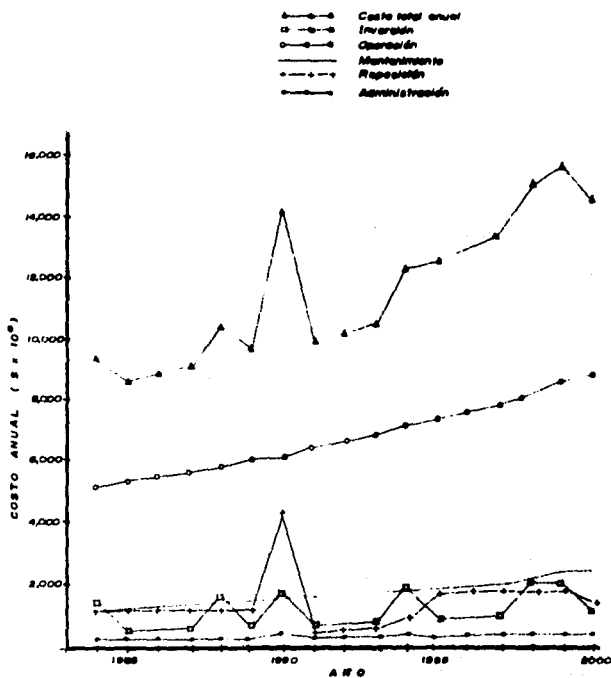


FIG. 23. EVOLUCION DE COSTOS DEL SERVICIO DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS 1984-2000 (AREA URBANA 645 KM²)

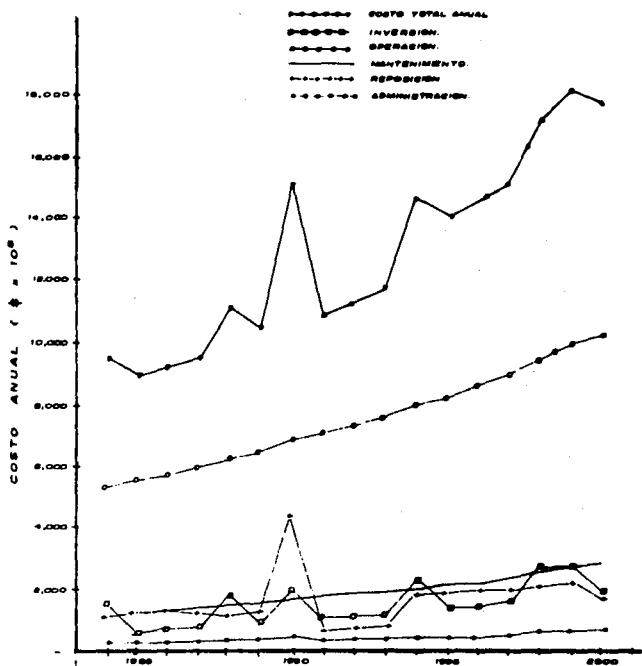


FIG. 24 - EVOLUCION DE COSTOS DEL SERVICIO DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS 1984 - 2000. (AREA URBANA 1045 H²)

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI CONCLUSIONES

La necesidad de disponer adecuadamente de los desechos sólidos - tanto urbanos como industriales, acelera cada vez más su paso, por lo que se requiere de métodos y tratamientos eficientes y económicos.

Nuestro País según estudios Nacionales e Internacionales (Consejo Nacional de Población en México, Organización de las Naciones Unidas, Unidad Económica Europea y Otros), coinciden en señalar que para el año 2000 la ciudad de México será una de las más pobladas y seguramente de las más importantes generadoras de basura urbana en el mundo.

Como muestra en este trabajo, cada Estado de la República cuenta con su propio manejo y tratamiento para la disposición de los desechos sólidos, y por resultados obtenidos es predecible proponer se le dé mucho más apoyo a: El Reciclaje, La Incineración y a la Composta, ya que por información de SEDUE estos tres conceptos son los que día a día van ganando más terreno para solucionar nuestro problema.

Por otra parte es difícil creerlo pero debemos vivir la realidad en cuanto a que la gran mayoría de los encargados de Departamentos de Limpia del País, así como casi la totalidad de la población desconocen los riesgos de una idea equivocada de las tecnologías existentes, además la producción de material técnico en forma de artículos, estudios o desarrollos relacionados con el tratamiento de basura urbana en nuestro País no es suficiente.

De manera general considerando los puntos anteriores nos damos cuenta de la necesidad de fortalecer las acciones de divulgación tanto de los riesgos de una inadecuada disposición de desechos sólidos urbanos como de los métodos ó tecnologías existentes en el mundo.

Como último punto cabe aclarar que a lo largo del desarrollo de este trabajo, hemos visto todos los aspectos que están relacionados con los desechos sólidos, su producción, manejo, reutilización y las alternativas para su disposición final.

A través de este análisis, se puede constatar que la respuesta al problema de la basura va más allá de proponer a instrumentar al algún tipo de solución técnica o financiera. Su atención requiere además la amplia participación de la sociedad en su conjunto por que es en el seno de ésta, donde la problemática tiene su origen.

B I B L I O G R A F I A .

- 1) BRUNER, C.R. INCINERATION SYSTEM, VAN NOSTRAND REINHOLD CO.
USA (1984).
- 2) CALLA J.V. INDUSTRIALIZACION DE LA BASURA EN EL D.F.
TESIS UNAM. (1972).
- 3) 1er. CONGRESO NACIONAL DE LA INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
VOL. II S.A.R.H. GUADALAJARA, JAL. (1978).
- 4) 3er. CONGRESO NACIONAL DE LA INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
VOL. III S.A.R.H. ACAPULCO GRRO. (1982).
- 5) 4o. CONGRESO NACIONAL DE LA INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL.
VOL. II S.A.R.H. MORELIA, (1984).
- 6) 5o. CONGRESO NACIONAL DE LA INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL.
VOL. I PUEBLA, PUE. (1986).
- 7) CUCURULLI D.D. TECNICAS DE RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LOS -
RESIDUOS URBANOS.
ESPAÑA (1977).
- 8) CURSO SOBRE DESECHOS INDUSTRIALES (SEDUE).
TOMO I. (1987).
- 9) EDUARDO ALMANZA R. CONTROL DE CONTAMINACION.
INSTITUTO TECNOLOGICO DE TLANEPANTLA, TLANEPANTLA, MEX.
(1985).

- 10) HAROLD W. BROWN PARASITOLOGIA CLINICA.
3a. ED. MEXICO, D.F. (1972).
- 11) IMPACTO AMBIENTAL POR DESECHOS SOLIDOS EN EL VALLE DE MEXICO.
SAHOP. MEXICO, D.F. (1981).
- 12) KENNETH AS Y SCHUR DA, HEURISTIC ROUTING FOR SOLID WASTE.
COLLECTION VEHICLES USA. (1974).
- 13) LOPEZ J.G. BASURA URBANA: RECOGIDA, ELIMINACION Y RECICLAJE.
ESPAÑA. (1975).
- 14) MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS.
SUCTEC (1987).
- 15) MANUAL DE MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS.
MUNICIPALES.
S.S.A. (1982).
- 16) MANUAL DE OPERACION DE LA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE RESIDUOS
SOLIDOS, D.D.F.
MEXICO, D.F. (1974).
- 17) MANTELL SOLID WASTED, ORIGIN COLLECTION, PROCESING AND DISPOSAL.
CAP. 11.
USA (1975).
- 18) MARCUS A. KRUPP. DIAGNOSTICO CLINICO Y TRATAMIENTO 15a. ED.
MEXICO, D.F. (1980).

- 19) MUESTRO Y ANALISIS DE DESECHOS SOLIDOS, COMPOSTA Y -
LIXIVIADO SUBDIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS D.D.F.
MEXICO, D.F. (1985).
- 20) NORDIER ELICER GARCIA A. ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS DIFE -
RENTES METODOS DE DISPOSICION SANITARIA DE LOS DESECHOS -
SOLIDOS URBANOS.
TESIS FAC. QUIMICA UNAM. (1977).
- 21) PLAN MAESTRO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA CD. DE MEXICO
D.D.F (1983).
- 22) PROSPECCION DE LOS SERVICIOS DEL AÑO 2000 D.D.F..
MEXICO, D.F. (1983).
- 23) RIVAS FUENTES C. DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS POR -
EL METODO DEL RELLENO SANITARIO.
TESIS FAC. QUIMICA UNAM. (1979).
- 24) TERRADAS J. ECOLOGIA Y EDUCACION AMBIENTAL.
OMEGA, ESPAÑA. (1979).