

4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

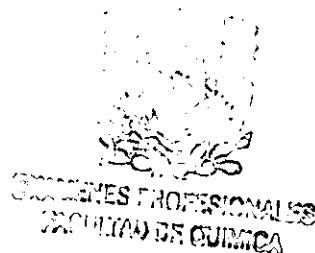
"CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS
PELIGROSOS CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS
SOLIDOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA"

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N :
ALCANTARA CONCEPCION VICTOR
MENDOZA TORREBLANCA JORGE ISAAC



MEXICO, D. F.



235704

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

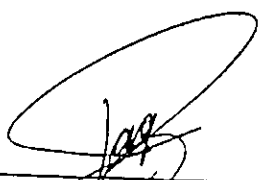
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

JURADO ASIGNADO

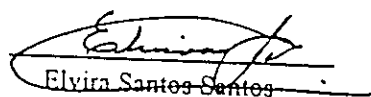
Presidente
Vocal
Secretario
1er sup.
2do sup.

RAMÓN E. DOMÍNGUEZ BETANCOURT
IRMA CRUZ GAVILAN GARCIA
RODOLFO TORRES BARRERA
ALFONSO DURAN MORENO
ELVIRA SANTOS SANTOS

Sitio donde se desarrollo el tema:
Ciudad Universitaria, Facultad de Química, Unidad de Gestión Ambiental.




Q. Irma Cruz Gavilan Garcia
ASESOR



Elvira Santos Santos
SUPERVISOR
TECNICO



Alcántara Concepción Victor



Mendoza Torreblanca Isaac

SUSTENTANTES

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Definiciones.....	3
1.3 Tratamiento de Residuos Sólidos	5
1.4 Tendencias en los tratamientos a nivel mundial	10
1.5 Hacia la generación de una nueva cultura.....	11
SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	13
2.1 Ámbito Internacional.....	13
2.2 Situación en México	14
2.3 Problema ubicado en el DF.....	17
2.4 Implicaciones Económicas.....	20
RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS.....	25
3.1 Definición y clasificación de los residuos peligrosos domésticos (RPD).....	25
3.2 Los residuos biológico-infecciosos y su norma	29
3.3 Tipo de RPD.	30
3.4 Características de peligrosidad.....	32
3.5 Los flujos de RPD contenidos en los RSM.....	37
3.6 Distribución de RPD encontrados en los RSM.....	38
3.7 Problemas ocasionados dentro de la Gestión de RPD.....	39
3.8 Disposición Final de los RPD	39

3.9 El reciclaje, reuso, reducción y retorno	41
3.10 Programas de recolección, separación y tratamiento.....	42
3.11 Persistencia de los RPD dentro de los vertederos	43
MARCO LEGAL RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS.....	45
4.1 Convenios Internacionales	45
Convenio de Basilea	45
Acuerdo de Paz	46
OCDE.....	46
Otros convenios	47
4.2 Legislación Mexicana	47
Funciones del INE y la PROFEPA	51
LOS RESIDUOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA	54
5.1 El Campus Universitario.....	54
La Comunidad Universitaria.....	54
Personal Académico	54
Población Escolar	55
Personal Trabajador	55
5.2 El que hacer universitario en el MRS.....	56
5.3 Mapa de Ciudad universitaria.....	58
5.4 Los problemas de RPD en C.U.	61
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	64
DOMÉSTICOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA	64
6.1 Planteamiento del problema.	64
6.2 Objetivos:.....	65
6.3 Planeación del proyecto.....	65
6.4 Diseño de Rutas.....	66
Mapa de Rutas	67
6.5 Criterios de Evaluación	68
6.6 Diseño de Tabla de RPD's y RSR más comunes	69

6.7 El procedimiento de muestreo preliminar	71
6.8 Equipo y personal	71
6.9 Consideraciones y replanteamiento del procedimiento de muestreo	72
6.10 Procedimiento de muestreo	73
6.11 Hojas de Registro	75
DEPENDENCIA	76
6.12 Resumen Metodológico.....	77
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	79
7.1 Generación Semanal de Residuos Sólidos en Ciudad Universitaria	79
7.2 Generación Semanal de Residuos Peligrosos Domésticos de Ciudad Universitaria	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	105

INTRODUCCIÓN

El estudio del universo y nuestro planeta ha consumido las vidas de la mayoría de los científicos en la historia de la humanidad, su funcionamiento nos sigue asombrando sin poder explicar completamente todos los fenómenos que ahí ocurren, pero que de alguna manera produjeron nuestra existencia.

La humanidad en sus comienzos era un eslabón de los ciclos de vida del planeta, pero poco a poco a medida de los avances tecnológicos, se ha creado un vacío entre los ecosistemas y el hombre. Con la llegada de la revolución industrial en Francia en el siglo XVII comenzó una nueva era de auge para las civilizaciones que se tradujo en mejores condiciones de vida y por consiguiente comenzó el crecimiento de la población mundial. Pero también comenzamos a perder el sentido de nuestro papel como seres vivientes y las retribuciones en los ciclos de vida a los que pertenecemos, si bien durante todos estos años nos hemos dedicado a buscar nuevas formas de bienestar para la humanidad, también hemos destruido el ambiente y ecosistemas en la construcción de mejores condiciones de vida.

Hemos empezado a percibir los problemas de la producción en masa, con la disminución de los recursos naturales y la generación de los desechos de la industria y las zonas pobladas. Lo que nos obliga a cuestionar el modo de vida que llevamos y la forma en la que nos conduciremos en adelante. El trabajo que presentamos tiene por objetivo el estudio de los desechos que generamos en el Campus de la Universidad Nacional Autónoma de México para contribuir en las tareas de mejoramiento del planeta.

Se realizó un programa piloto denominado "Caracterización de los Residuos Peligrosos contenidos en los Residuos Sólidos de Ciudad Universitaria", entre sus objetivos se incluyó realizar un registro de los Residuos Peligrosos Domésticos, sentando las bases de un mecanismo de caracterización y cuantificación de los residuos, mediante la investigación bibliográfica y de campo que permitiera obtener la información necesaria. Los residuos encontrados se analizaron respecto a su peligrosidad y riesgo potencial; también se presenta un análisis del sistema de limpia.

El trabajo comienza ubicando la situación nacional e internacional de los residuos sólidos, contemplando dentro de ellos los de carácter reciclable o reusable, y los residuos peligrosos que pueden contener denominados también Residuos Peligrosos Domésticos; todo con el fin de conocer la magnitud del problema.

Finalmente se presenta el análisis de los residuos encontrados clasificándolos de acuerdo a sus características de peligrosidad y en el caso de los Residuos Sólidos se hace una revisión de los Residuos Sólidos Reciclables, dando las recomendaciones pertinentes al caso particular del Campus Universitario de la UNAM.

CAPÍTULO I

LOS RESIDUOS SÓLIDOS

1.1 Generalidades.

La preocupación por el manejo de los residuos sólidos (RS) ha surgido como resultado de los efectos de la contaminación en las ciudades con altas concentraciones de habitantes, en donde las actividades diarias, la continua modernización y las sociedades con una cultura de consumismo generan grandes cantidades de materiales residuales sin ningún uso aparente, que se acumulan sin sentido, ya sea en las construcciones y calles de las ciudades o van a dar a los rellenos o tiraderos.

En las grandes ciudades de comienzos de siglo los problemas de contaminación son graves debido a las exorbitantes cantidades de material residual que se generan, las casi nulas medidas de prevención por parte de los gobiernos y la cultura de los habitantes. Los efectos de este comportamiento se sufren todos los días en los centros de acopio y tiraderos municipales en donde los cerros de materiales o residuos sólidos que se llegan a concentrar se pueden contar por cientos o miles de toneladas.

El dominio de las sociedades capitalistas en donde el consumo desmedido es promovido como signo de status o mayor nivel económico, ha provocado una acumulación de residuos, resultado del desecho de los bienes adquiridos o su remanente. El escenario antes expuesto orilló a muchos países a trabajar en programas de manejo de residuos sólidos creando así una alternativa para disminuir sus flujos en la disposición final, esto quiere decir que la cantidad de residuos que llegan a los tiraderos terminales cada vez sea menor.

El desarrollo científico y tecnológico vinculado a la producción de satisfactores para la sociedad, ha llevado al descubrimiento de productos que hagan parecer la vida más placentera y cómoda; sin embargo el desarrollo de nuevos materiales y productos no siempre es benéfico para el ambiente, ya sea como producto o como desecho. El desarrollo implica asumir la responsabilidad y los costos de las actividades que puedan provocar efectos negativos a la calidad de vida de los seres humanos y el medio ambiente.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos que contienen sustancias tóxicas puede dar lugar a graves niveles de contaminación, sus lixiviados¹ llegan a rebasar las áreas de depósitos, afectando negativamente los suelos y mantos freáticos. Esto significa un problema por el alto costo atribuible al sistema de recolección, manejo y reducción de residuos y sustancias tóxicas con una infraestructura de enormes proporciones.

¹ Líquidos contenidos en los residuos sólidos

Los problemas causados en los últimos años por los depósitos inadecuados de residuos sólidos se han convertido en un problema que concierne a toda la población, debido a la disminución de los espacios para su disposición final y a su alarmante incremento anual.

En los países más industrializados se han realizado estudios muy serios y profundos por parte de los gobiernos y empresas acerca de los residuos sólidos, el efecto dañino al medio ambiente y sus posibles alternativas de manejo.

Estos estudios han logrado que los países con un menor progreso tomen conciencia y comiencen a preocuparse hasta el punto de realizar sus propios estudios, programas y renovación de los ya existentes, así como su participación en convenios internacionales.

1.2 Definiciones

Un **Residuo**: es “Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, uso o tratamiento; cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó”. Lo que da pie a realizar una clasificación de los residuos, por su fuente generadora o por sus características particulares(falta fuente).

Los **Residuos Sólidos (RS)**: “Son los desperdicios ya sean sólidos, semisólidos o líquidos que van a dar a los tiraderos municipales y que provienen de las actividades que se desarrollan tanto en las casas-habitación, sitios de servicio privado y públicos, establecimientos comerciales, así como en la pequeña industria” (SEMARNAP)

Los RS se clasifican por su procedencia en:

- a) Residenciales, generados en cada hogar
- b) Municipales, que se conforma por la suma de residuos de los hogares, comercios, oficinas, escuelas, restaurantes, etc.
- c) Urbanos, que comprende los dos tipos anteriores más los desechos de origen industrial.

Los gobiernos se han preocupado por crear “Administraciones Integrales de Residuos Sólidos” que tienen como estrategia la combinación de métodos o técnicas que lleven finalmente a la disminución de residuos terminales ².

² Desechos sin utilidad llegan a los tiraderos para su confinamiento

Una Administración Integral de Residuos Sólidos tiene como objetivos principales:

1. Disminuir la cantidad de residuos
2. Incrementar el reciclado de materiales como el papel, vidrio, plástico, y aluminio.
3. Proveer una disposición capaz y segura para los residuos que no se les pueda dar otra disposición más que el confinamiento.
4. Promover la separación de residuos desde su origen.

La estrategia mas generalizada por las comunidades de todo el mundo se denomina como la administración de las cuatro R's.

Las Cuatro R's	
<i>Concepto</i>	<i>Definición</i>
Reduce	Significa minimizar la cantidad de residuos sólidos pensando en el impacto ambiental que tendrá el producto y/o su empaque, desde antes de comprarlo.
Reusa	Procura alargar la vida útil de los productos y/o empaques, utilizándolos nuevamente en otras actividades para las que originalmente no fueron concebidos.
Recicla	Por medio de un proceso sencillo se recuperan los materiales útiles, transformándolos nuevamente en el mismo bien para el cual fueron creados.
Retorna	Todos los desechos orgánicos generados pueden fácilmente reincorporarse al medio ambiente mediante un proceso de degradación inducida que da como resultado principalmente nutrientes esenciales para la tierra.

Tabla 1.1

Esta es toda una nueva cultura que de aplicarla podría llevarnos a una generación mínima de residuos sólidos que no representaría un problema.

1.3 Tratamiento de Residuos Sólidos

Relleno Sanitario

Es un método de disposición de residuos en tierra, sin crear problemas o riesgos para la salud pública, mediante el uso de principios de ingeniería para confinar los residuos al área más pequeña, reduciendo éstos a su volumen mínimo y cubriéndolos con una capa de tierra al finalizar cada día de operación o intervalos de tiempo más frecuentes según sea necesario.³

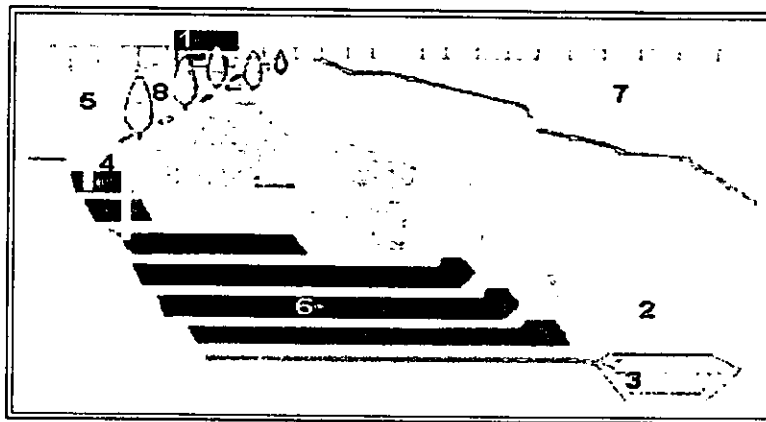


Imagen 1.1.

1 Entrada: Se verifica el origen municipal de los residuos o, en otros casos, que su deposición esté debidamente autorizada.

2. Desagües perimetrales: Pequeños canales impiden que el agua pase al depósito y haga aumentar el volumen de lixiviados (líquido resultante de la descomposición de los residuos)

3. Capa impermeable inferior. Capa de drenaje de los lixiviados. Balsa de recogida de los lixiviados: El fondo del depósito se impermeabiliza cuidadosamente de manera que los lixiviados no se puedan filtrar por el suelo y contaminen las aguas subterráneas de la zona. Una capa de drenaje (gravas) recoge los lixiviados y los conduce hasta las balsas de recogida.

4. Red de drenaje de gases: Una red de tuberías permite capturar los gases que se generan como resultado de la degradación de los residuos orgánicos, permitiendo evacuarlos e inclusive utilizarlos.

5. Valla perimetral: Una valla encierra el depósito para impedir vertidos clandestinos de materias no autorizadas. La valla impide también la entrada de animales oportunistas

6. Cubrimiento diario: El cubrimiento diario de los residuos con una capa de tierra elimina las molestias y los problemas sanitarios que de otra manera se podrían producir y asegura el correcto confinamiento de los residuos.

7. Ubicación del depósito controlado: A la hora de escoger la ubicación del depósito, además del fácil acceso se tiene en cuenta el entorno, de manera que el impacto sobre el medio sea mínimo.

8. Zona clausurada

Una vez lleno, el espacio que ocupaba el depósito controlado puede ser recuperado para otros usos

³ Sociedad Americana de Ingenieros Civiles

Incineración

La incineración de los residuos tiene como finalidad reducir su volumen transformándolos en cenizas inertes. Cambia el estado del residuo por evaporación y combustión de los materiales sólidos, semisólidos y líquidos contenidos, obteniendo solo residuos sólidos

En este proceso solo se permite la incineración de los compuestos orgánicos menos dañinos al ambiente como señala la legislación, cambiando el carácter del residuo por combustión.

Es importante no generar mayor contaminación que la generada por los residuos sólidos, vigilando cualquier proceso de transformación de materiales. Durante la combustión se producen gases y vapores que deben ser tratados eliminando su toxicidad al ambiente.

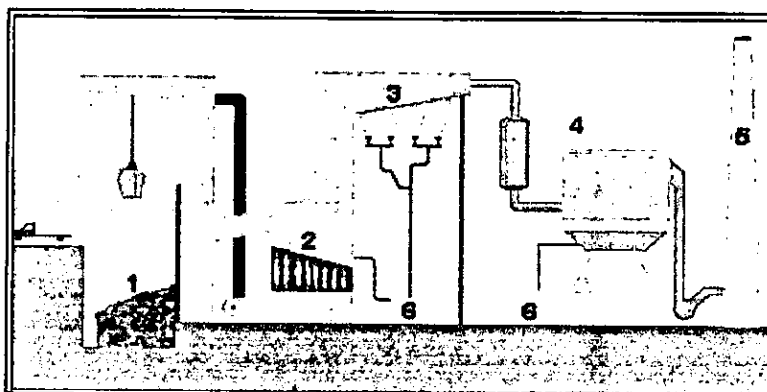


Imagen 1.2.

Proceso de Incineración

1. **Fosa de recepción:** Se controla el estado y naturaleza de los residuos, de manera que se puedan rechazar aquellos residuos para los cuales se tenga previsto otro destino. Los malos olores se evitan aspirando el aire de la fosa de recepción hacia el horno
2. **Cámara de combustión. Cámara de postcombustión.:** La combustión de los residuos hace que se transformen en gases, cenizas, escorias y energía calorífica. La temperatura a la que se queman va de los 850 °C a los 1000 °C, esto garantiza que la combustión de los residuos y de los gases sea completa
3. **Recuperación de calor:** La energía que desprenden los residuos en la combustión se transforma en electricidad o vapor para la industria
4. **Equipos de depuración de humos:** Las partículas en suspensión que hay en el humo son recogidas mediante filtros y otros sistemas. Los gases son lavados y depurados por procedimientos diversos de forma que las emisiones atmosféricas sean del todo inocuas
5. **Chimenea:** Por la chimenea se emiten los gases ya limpios.
6. **Fosa de cenizas y escorias:** Las cenizas y escorias resultantes de la combustión se recogen. Las escorias valorizadas pueden ser utilizadas como material de relleno y en obras públicas (uso limitado a las condiciones fijadas por la normativa vigente). La chatarra se separa para su reciclaje

Composteo

El composteo es la transformación de un conjunto de restos orgánicos que bajo un proceso de fermentación logran convertirse en abono orgánico, procesado por el hombre a partir de materiales generalmente desechados o residuos sin más aprovechamiento que este proceso de descomposición controlada. Son desintegrados y mineralizados por el efecto de la humedad y los microorganismos (sobre todo hongos) que actúan sobre ellos, mediante la aplicación de técnicas y bases científicas modernas.

Los principales beneficios del composteo son:

1. El uso de este material húmifero tiene como finalidad reducir el volumen de masa mineral aumentando la materia orgánica, mejorando las características físico-químicas del suelo.
2. Proporciona cantidades generosas de variados nutrientes como, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros que se requieren en menor cantidad, necesarios para la vida de las plantas.
3. Renueva y aumenta la "vida" de la tierra al promover la proliferación de microorganismos e insectos útiles para la actividad del suelo y la disponibilidad de los elementos minerales.
4. Es ideal para incrementar la retención de la humedad del suelo, con lo que se aprovecha mejor el agua de riego y confiere resistencia a la sequía.
5. Favorece la porosidad, lo que facilita su aireación y por lo tanto la respiración de las raíces.
6. Contribuye a la estabilidad de la estructura del suelo; por lo que los suelos compactos se sueltan y los arenosos se compactan por la acción de la materia orgánica.
7. En conclusión, la presencia de materia orgánica favorece el desarrollo radicular, con lo que se evita la erosión de los suelos y con ello se frena la desertización (pérdida de vegetación). Los anteriores beneficios sólo se logran cuando se utiliza un material maduro y estable (el cual se describe más adelante), de no hacerlo tendremos perjuicios en lugar de beneficios. La poda del arbolado y las diversas actividades de la jardinería, generan gran cantidad de desecho vegetal que por razones legales, funcionales, ambientales y estéticas, no puede tirarse en cualquier lugar, convirtiéndose en un serio problema para autoridades y personas dedicadas a estas actividades y que por desconocimiento o por razones imprácticas no aplican el compostaje como una solución viable; el composteo constituye también una alternativa más para dar uso a los desechos vegetales de mercados.

Es muy probable que aún no se promueva de manera intensiva, pues se requieren terrenos amplios, suficiente agua, maquinaria, herramienta, equipo de seguridad para operarios, mano de obra considerable; además de los conocimientos necesarios, paciencia, supervisión y trabajo constante, lo que ha ocasionado la falta de aprovechamiento de abundantes residuos.

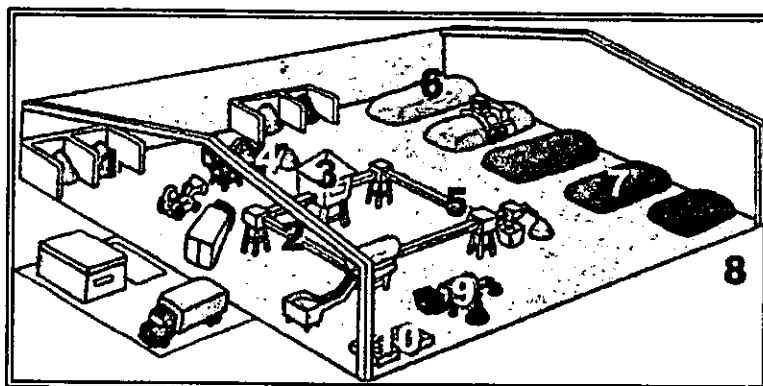


Imagen 1.3

Proceso de Composteo

Preparación Previa:

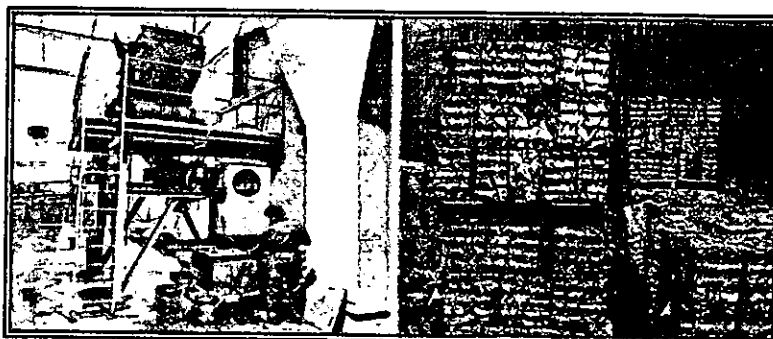
1. **Recepción de la fracción orgánica de la basura:** La fracción orgánica procedente de la recogida selectiva se tamiza para eliminar las pocas impurezas que aún contenga.
2. **Trommel:** Máquina con una gran criba cilíndrica que rueda y separa la materia orgánica del desecho.
3. **Cabina de selección manual:** Este desecho pasa por un último control que se realiza manualmente. Después, un electroimán elimina los residuos metálicos que pueda haber.
4. **Recepción de la fracción vegetal y trituración:** Residuos vegetales procedentes de la jardinería, la limpieza de bosques o desechos municipales son triturados.
5. **Mezcla y homogenización:** Se mezclan las dos fracciones en las proporciones siguientes: 65-75% de la fracción orgánica sin impurezas y 25-35 % de la fracción vegetal triturada. La mezcla resultante se somete a un proceso de compostaje.

Proceso:

6. **Disposición en pilas:** La mezcla se dispone con una pala mecánica formando pilas, dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados.
7. **Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso:** Para que los microorganismos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas con una máquina volteadora.
8. **Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales:** Los líquidos que se desprenden de las pilas objeto de compostaje (los lixiviados) se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la planta está pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del composteo.
9. **Cribado del composteo maduro:** Al cabo de 12-14 semanas, el composteo, ya maduro, se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso.
10. **Composteo:** Finalmente, se obtiene un composteo maduro y estable que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos.

Reciclado

Es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como productos o materias primas.



Trituradora de vidrio

Bloques de Zinc comprimidos

Materiales y equipo de reciclaje

Imagen 1.4

Tiene por objeto la recuperación, de forma directa o indirecta, de los componentes que contienen los residuos urbanos. Este sistema de tratamiento debe tender a lograr los objetivos siguientes:

- Conservación o ahorro de energía.
- Conservación o ahorro de recursos naturales.
- Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar. Protección del medio ambiente.

Si el reciclado se lleva como práctica pasajera, pero no como parte de la vida diaria, como una cultura necesaria, no sólo perderemos recursos, sino que, al no hacer uso de la industria de la recuperación, el consumo de materias primas y energía tiende a ir en constante aumento con el consiguiente efecto sobre la economía nacional.

Actividades principales en el proceso del reciclaje:

<i>Actividad</i>	<i>Descripción</i>
Recolección	Se deben de juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo a su tipo específico.
Manufactura	Los materiales clasificados se utilizan como nuevos productos o como materias primas para algún proceso.
Consumo	Los materiales de desperdicio deben ser consumidos. Los compradores deben demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.

Tabla 1.2 Proceso de Reciclado

Para que este proceso funcione, las tres actividades anteriores deben estar en relativa armonía. Sin embargo es normal, sobre todo al principio, que se encuentre un desbalance entre ellas.

1.4 Tendencias en los tratamientos a nivel mundial

A pesar de las repercusiones negativas en el ambiente que han surgido en los últimos años generadas por una gestión de RS inadecuada, las prácticas de reciclado de materiales son todavía (excepto Japón) mucho menores que las de relleno sanitario, lo que representan un riesgo mayor para nuestro habitat (tabla 1.3).

El compostaje es una práctica casi inexistente aun en los países industrializados lo que nos indica que los programas de manejo, tratamiento y disposición final a nivel mundial se encuentran en sus inicios, este tratamiento es primordial al contribuir para que los flujos de RS que llegan a los rellenos sanitarios se vean disminuidos hasta en un 70% en volumen, lo que llevaría a una disminución considerable del uso de los otros tratamientos.

Los cuidados que requieren los rellenos sanitarios en su construcción, operación y mantenimiento son de un costo muy elevado, es decir, sin una ganancia monetaria tangible, además provocan riesgos potenciales permanentes debido a la filtración de lixiviados y la emanación de gases dañinos al ambiente. Durante los años venideros se debe trabajar en el perfeccionamiento de los tratamientos existentes y en la investigación de nuevas técnicas que sean redituables o cuando menos no generen costos elevados y por supuesto no provoquen daños al ambiente.

Uso de tratamientos a nivel mundial				
<i>País</i>	<i>Relleno</i>	<i>Incineración</i>	<i>Composteo</i>	<i>Reciclaje</i>
	%	%	%	%
E.U.A.	73	14	1	12
Japón	27	25	2	46
Alemania	52	30	3	15
Francia	48	40	10	2
Suecia	40	52	5	3
México	94	-	-	6-10

Tabla 1.3

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social. Dirección de Residuos Sólidos. 1998

1.5 Hacia la generación de una nueva cultura

Existen muchos productos y empaques desechados que pueden ser reciclados, pero por la falta de información, programas y atención de los gobiernos, son recursos que se pierden y sin embargo, se utiliza nueva materia prima de los recursos naturales existentes, muchos de ellos no renovables.

La separación de residuos puede hacerse de manera sencilla contribuyendo cada individuo a la solución del problema de los RS. Sería un gran avance que la gente separara los residuos sólidos desde su origen para que los productos adquiridos sean utilizados al máximo antes de desecharlos. La recolección de residuos implica el empleo y mantenimiento de contenedores especializados a fin de que se pueda facilitar su operación. Las características y ubicación de los sistemas de recolección dependen entre otros factores del tipo de material y cantidad a recuperar.

El Composteo podría ser un tratamiento que se lleve a micro escala ya sea en las casas-habitación, por calle o por colonia, disminuyendo desde el punto de partida la cantidad de RS para su recolección y creando un sistema de composteo para el enriquecimiento de las áreas verdes de las grandes urbes.

La recuperación y reciclado de materiales de los desechos sólidos municipales, es una opción en el sustento del desarrollo de sistemas de manejo de residuos sólidos, obteniendo como ventajas la disminución de la cantidad de residuos en su manejo y disposición final, la posibilidad de recuperar materias primas y energía; traduciéndose finalmente en un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, generación de empleos, y disminución en el costo asociado al manejo de los RS.

En la Figura 1.1 se muestran las alternativas aplicables para implantar la recuperación y reciclaje de materiales en un sistema para el manejo integral de los RS.

La implantación de estas medidas requiere de un compromiso de la ciudadanía con su medio ambiente, así como de una conciencia de los problemas ambientales que provocan los residuos sólidos, esto nos lleva a una nueva cultura en el manejo y separación de RS, por lo que es necesario comenzar por la información a todos los niveles en cuanto a esta temática se refiere a fin de comenzar un proceso de transformación en la mentalidad de las sociedades.

Esquema de posibilidades para la Recuperación y Reciclaje de Desechos

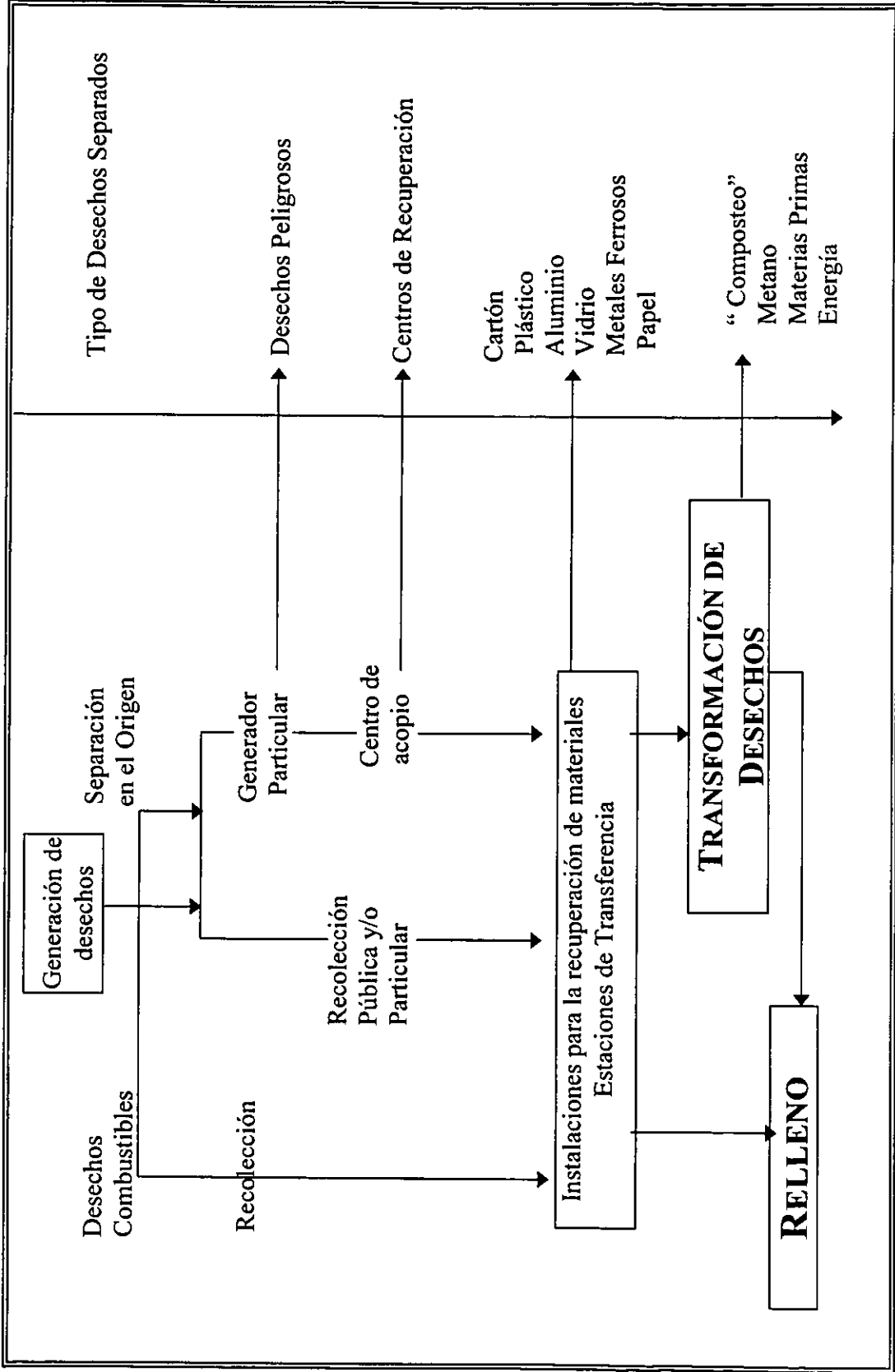


Figura 1.1
Fuente: Sánchez, 1998

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 Ámbito Internacional

Es muy importante conocer la composición de los residuos sólidos en cada región, ya que de esto dependerá su manejo y disposición, así como su peligrosidad. Es de igual importancia saber que tipo de disposición se le está dando actualmente a los residuos sólidos en esa región y poder, de esta forma adaptar y/o establecer un plan integral de manejo de residuos sólidos.

La composición de los residuos sólidos depende directamente de la cultura del lugar, actividades humanas realizadas en la zona, sus hábitos alimenticios, la economía del país y el poder de consumo de la población, así como del desarrollo industrial y tecnológico del mismo y el intercambio comercial con otros países. Lo que hace aún más complicado el problema y la elaboración de una metodología integral para el manejo de los residuos sólidos en todo el mundo.

Como un primer ejemplo podemos mencionar a Lituania, que en 1997 tenía alrededor de 800 lugares de depósito para residuos sólidos, en donde llegaron en el año 1.6 miles de toneladas de RS, que significa una generación de 200 a 250 kg/año per capita. La composición en sus residuos fue de: 50% de cocina, 16.9% de papel, 4.5% de cartón, 2.5% de plásticos, 4% de vidrio, 2.5% de metales y 12.1% de otros residuos no combustibles. Pronosticando que el país en los siguientes años tendría un incremento cuantioso en el desecho de papel, cartón y plástico, un decremento en el desecho de residuos de cocina, resultado de una potencial tendencia al uso de productos semipreparados.

En Brasil se tiene que en 1998 el 70% de los municipios enviaron residuos sólidos a vertederos sin un manejo e infraestructura adecuada. Teniendo una generación de 100,000 ton/día de residuos sólidos y una composición en los residuos sólidos de un 60% de materia orgánica, lo que representa un desperdicio exagerado de comida, provocado por la falta de transporte, distribución y empaque necesarios. Referente a los materiales reciclados, el mayor porcentaje es de aluminio con un 60%, pero las pequeñas empresas que lo hacen no cuentan con tecnologías modernas, por lo que no producen las ganancias necesaria para ser un negocio rentable.

En el caso de Puerto Rico para el año 1994 cada municipio tenía su propio vertedero, con una suma total de 64 vertederos municipales. Actualmente se pretende una disminución a tan solo 9, debido a que dentro de los planes del gobierno se implantó un programa nacional de manejo y recuperación de materiales reciclables. En este país se generan 4.9 lb/día por cada persona, lo que representa para todo el país 8100 ton/día de RS. En la distribución de materiales de desecho encontramos que para Puerto Rico el 21% es papel y el 25% es materia orgánica.

Los E.U.A. en el año 1990 generaron más de 195 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, esperando un incremento en su generación mayor a 220 millones de toneladas para el año 2000.

Generación mundial de residuos sólidos 1998	
<i>País</i>	<i>Generación per capita (kg/día)</i>
E.U.A.	1.970
Canadá	1.900
Finlandia	1.690
Holanda	1.300
Suiza	1.200
Japón	1.120
México	0.917

Tabla 2.1.

Fuente:: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos. 1998

Comparativamente México no se encuentra dentro de los grandes generadores de residuos sólidos a nivel mundial, teniendo cifras muy por debajo de países como E.U.A y Canadá que sobrepasan por mas del doble la cantidad de residuos generados en nuestro país, debemos tomar en cuenta que estos son países industrializados en donde el poder económico de sus habitantes es grande y su cultura de consumismo los llevan a generar esos niveles de RS. Por otro lado países como Japón, Suiza y Holanda, también pertenecen a este grupo de países de primer mundo con economías en auge que los llevan a la generación de residuos en grandes cantidades representando mas del 30% que lo generado por habitante en México.

2.2 Situación en México

En las tablas siguientes se muestra la evolución de la generación de residuos sólidos en México desde 1992 hasta 1998. En esta sección analizaremos la cantidad de RS que se generan en México al año, esto nos dará una idea de la evolución en la eficiencia de los programas en el manejo, recolección y disposición de residuos, no se hará en función de los habitantes, ya que si hacemos una revisión del número de habitantes por año, no hay cifras confiables en las fuentes oficiales y solo se hacen estimaciones, lo que nos aleja aun más de la realidad, pero la cantidad de residuos por año es un dato mucho mas confiable.

En México la cantidad de residuos sólidos en el año 1995 tuvo un incremento considerable del 38.8% con respecto al año de 1992, esto nos lleva a pensar que no se hizo un manejo adecuado, lo que provocó un aumento y no una disminución, debemos tener en cuenta que lo importante en cualquier programa de manejo de residuos, es que gran parte de ellos ni siquiera llegan al sistema de recolección.

Para el año 1996 no se registraron cambios en la tendencia llegando a un 45.6% de aumento en los flujos de RS con respecto al mismo año 1992. En las estimaciones hechas por SEDESOL para el año 1998 tendrían una disminución de 37.4% con respecto al mismo año. Aun así no podemos clarificar si esta disminución se debe a la renovación de programas de RS o al número de habitantes en el país, pero si podemos tener un parámetro para corroborar que la tendencia natural no lleva a una disminución real en los flujos de RS en México y que si en un momento dado los programas pudieran tener éxito, no ha sido suficiente como para disminuir al mínimo su generación.

Generación de Residuos por Zona Geográfica 1992				
<i>Región</i>	<i>Kg/hab/día</i>	<i>Ton/día</i>	<i>Ton/año)</i>	<i>%</i>
Total nacional		60 185	21 967 525	100.00
Fronteriza	0.749	05 887	02 148 755	9.8
Norte	0.726	10 346	03 776 290	17.2
Centro	0.642	26 249	09 580 885	43.6
D.F.	1.019	08 273	03 019 645	13.7
Sureste	0.693	09 430	03 441 950	15.7
Promedio	0.766			

Tabla 2.2

Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos, México 1996.

Generación de Residuos por Zona Geográfica 1995				
<i>Región</i>	<i>Kg/hab/día</i>	<i>Ton/día</i>	<i>Ton/año)</i>	<i>%</i>
Total nacional		83 588	30 509 620	100.00
Fronteriza	0.986	05 481	02 000 565	6.6
Norte	0.917	17 188	06 273 620	20.6
Centro	0.812	38 614	14 094 110	46.2
D.F.	1.288	12 005	04 381 825	14.4
Sureste	0.876	10 300	03 759 500	12.3
Promedio	0.899			

Tabla 2.3

Fuente: SEDESOL, Dirección de residuos Sólidos, México 1996.

Generación de Residuos por Zona Geográfica 1996				
<i>Región</i>	<i>Kg/hab/día</i>	<i>Ton/día</i>	<i>Ton/año)</i>	<i>%</i>
Total nacional		87 560	31 959 400	100.00
Fronteriza	1.006	05 722	02 088 530	6.5
Norte	0.935	18 016	06 575 840	20.6
Centro	0.828	40 429	14 756 585	46.2
DF.	1.314	12 551	04 581 115	14.3
Sureste	0.894	10 842	03 957 330	12.4
Promedio	0.917			

Tabla 2.4

Fuente: SEDESOL, Dirección de residuos Sólidos, México 1996.

Generación de Residuos por Zona Geográfica 1998					
<i>Zona</i>	<i>Población Proyección 1998</i>	<i>Kg/hab/día</i>	<i>Ton/día</i>	<i>Ton/año</i>	<i>%</i>
Centro	50, 613, 739	0.783	39, 618	14, 460, 535	48
D.F.	8, 627, 273	1.329	11, 467	4, 185, 464	14
Norte	19, 026, 502	0.891	16, 949	6, 186, 454	20
Sur	12, 270, 160	0.679	8, 328	3, 039, 721	10
Frontera	6, 612, 245	0.955	6, 318	2, 305, 973	8
Norte					
Nacional	97, 149, 919	0.851	82, 680	30, 178, 148	100

Tabla 2.5

Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos, México 1998.

Es evidente que las contribuciones por zona geográfica del país no cambian mucho año con año; lo cual se puede atribuir a dos razones principalmente. Los esfuerzos para disminuir los flujos de RS en el país han sido insuficientes y en las zonas que se han desarrollado programas para el manejo de RS no han dado resultado, por lo que los datos anteriormente presentados no varían sustancialmente.

Sin embargo hay excepciones y se tiene conocimiento de que hay estados en donde se han preocupado por atacar el problema y han obtenido resultados favorables, tal es el caso de Cd. Juárez y Guadalajara en donde los sistemas de recolección son eficientes y parece ser que sus programas los han llevado a cumplir el objetivo de no generar una mezcla peligrosa en los RS, pero no se tienen datos cuantificables todavía.

Se ha dicho en diversas ocasiones que las cifras presentadas por las autoridades no eran del todo ciertas, pero debemos confiar en que esto no esté sucediendo en nuestra actualidad, ya que es urgente comenzar con la educación de la población, para lo que se requiere primero que estén convencidas nuestras autoridades de que es necesario.

Esto nos lleva una vez más a reiterar la importancia de realizar un estudio integral serio, siguiendo una metodología y procedimiento sistemático para la obtención de datos completamente confiables, lo que pretende este trabajo.

2.3 Problema ubicado en el DF.

La zona metropolitana en México es la más poblada del mundo, albergando a más de 20 millones de habitantes, los que generan cantidades considerables de residuos sólidos diariamente, que el Gobierno del Distrito Federal (GDF) como organismo coordinador se encarga de administrar y atender. En el DF. se generaron en la década de los años ochentas 1.24 millones de toneladas por año de residuos sólidos residenciales y unos 2.65 millones de toneladas por año de residuos sólidos municipales; lo que significaría 1.3 millones de toneladas de materiales reciclados anualmente.

El peso promedio diario de los residuos sólidos por hogar resultó de 2.229 kg/día en 1980, 1.974 Kg/día en 1983 y 2.020 kg/día en 1987. Estos pesos indican que los residuos sólidos residenciales sufrieron un decremento significativo de 1980 a 1983, se perdió un 11%, pero para 1987 volvió a incrementarse en un 2.6% con respecto 1983. El decremento pudo deberse al problema del bajo poder adquisitivo del inicio de la década.

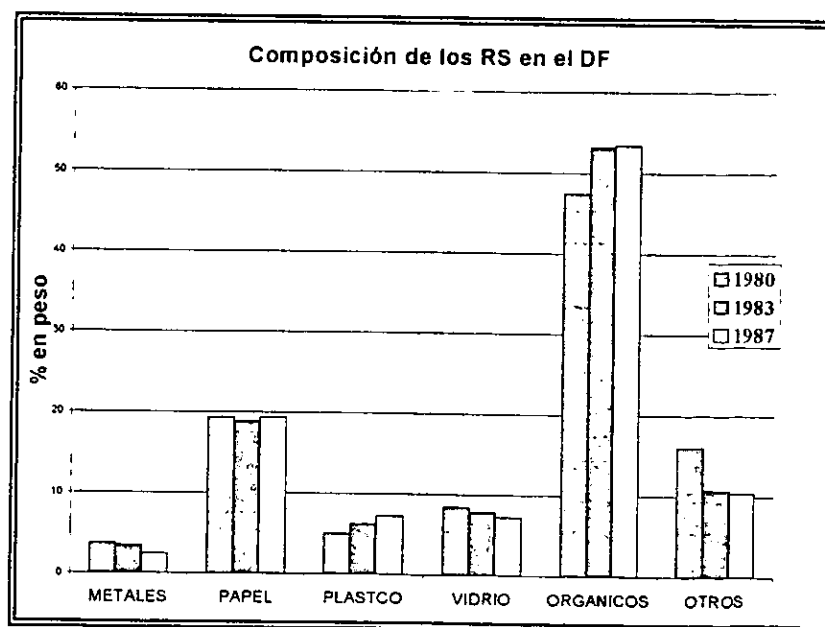


Grafico 2.1

En principio se dio una baja en la generación de desechos provenientes de metales y vidrio, mientras que el plástico se apoderó del mercado y por tanto aumento su utilización y desperdicio. El periódico, papel de empaque y otros papeles disminuyen para 1983, pero repuntan para 1987. En general se ha notado que los metales y vidrio tienden a disminuir en su uso y desecho, desplazados por los nuevos plásticos; y el papel y orgánicos se incrementan.

En otro estudio realizado por SEDESOL en 1998 el papel vuelve a ser el recurso renovable de mayor contribución con 34.66% en los RS de la Ciudad de México, seguido de los residuos alimenticios, el vidrio y el plástico. Los metales son un material que puede ser reciclado representando junto con las latas para ese año un 3% del total. (Grafico 2.2)

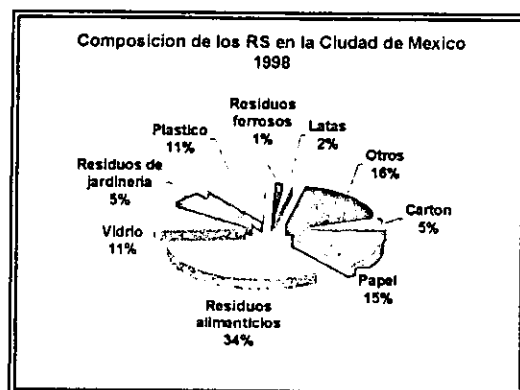


Grafico 2.2

Fuente: SEDESOL, Dirección de residuos sólidos 1998.

En 1998-1999, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) junto con el Gobierno del Distrito Federal (GDF) realizaron un estudio con el objetivo de desarrollar un Plan Maestro para un Sistema de Manejo de Residuos Sólidos Sustentable (PMSMRSS) para el D.F.; haciéndose la siguiente clasificación de residuos sólidos:

- 1) Residuos domésticos, de cada hogar
- 2) Residuos comerciales, provenientes de comercios establecidos
- 3) Residuos institucionales, desechados en oficinas e instituciones de educación
- 4) Residuos de barrido de calles
- 5) Residuos de mercados
- 6) Residuos hospitalarios

En el estudio realizado únicamente para el Valle de México se estimaron 8,610,000 habitantes y se encontraron datos de 1997:

RS por lugar de procedencia para el Valle de México

<i>Residuo</i>	<i>Generación (ton / año)</i>
Hogares	1,926,000
Comercios	1,210,000
Servicios	636,000
Especiales	130,000
Otros	267,000
Total	4,169,000

Tabla 2.6

Fuente: JICA-GDF de los EUM. Seminario sobre el Estudio del Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999.

El sistema de recolección es responsabilidad de cada una de las 16 delegaciones del D.F., en su zona correspondiente, sin ningún tipo de servicio concesionado. Se tienen actualmente dos tipos de recolección, el primero con camiones de sistema mecánico hasta camiones automatizados con sistema compresor de los residuos sólidos, y con personal de barrido de calles (este puede ser de base del sistema de limpia o por contrato de corto tiempo).

Por lo tanto las delegaciones tienen la obligación de recoger las 4,169,000 ton / año de residuos sólidos generadas en 1997. La mayoría de estos residuos se van a una disposición final de relleno sanitario al llamado Bordo Poniente Etapa IV (BP IV), Santa Catarina.

Cantidad de RS en disposición final BP Etapa IV

<i>Entidad</i>	<i>Ton / año</i>
Gobierno del D.F.	3,489,000
Edo. de México	262,000
Total	3,751,000

Tabla 2.7

Fuente: JICA-GDF de los EUM. Seminario sobre el Estudio del Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999.

Actualmente no se realiza ningún tipo de actividad para el composteo de los residuos orgánicos desechados, plan que se tiene para un futuro con el nuevo PMSMRSS del GDF-JICA. El siguiente cuadro nos dice las proyecciones para el composteo de residuos orgánicos:

Tratamiento de RS en la Zona Metropolitana

<i>Año proyectado</i>	<i>Ton/año</i>
2002	253,000
2003	338,000
2004	424,000

Tabla 2.8

Fuente: JICA-GDF de los EUM. Seminario sobre el Estudio del Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999.

El sistema de incineración de desechos no se ha realizado en el país, no se cuenta con la infraestructura ni la tecnología para realizar un proyecto de esta naturaleza y adquirirla sería muy costoso para nosotros. Las tecnologías que se pudieran utilizar en el país no cumplen con las normas ambientales y de seguridad necesarias para su adecuado funcionamiento.

La ciudad cuenta con 13 centros de transferencia, 1800 camiones de recolección, el relleno sanitario del BP, que se estima se llenará para el año 2000, y más de 10,000 tiraderos no autorizados. Que no son administrados eficientemente de tal modo que cubran las necesidades de la urbe.

El reciclado y reuso de materiales de los residuos sólidos son de una gran complejidad e implicación económica. Existen sectores completos de la sociedad, conformados por familias enteras, dedicados a estas actividades, con lo cual se puede decir que es éste su modo de trabajo y sobrevivir. Se han llegado a establecer entre ellos mismos zonas de trabajo y organizaciones jerárquicas de trabajo. Estas personas y organizaciones están absorbiendo los riesgos y peligros inherentes a esta actividad, pudiendo ser evitado por el GDF.

2.4 Implicaciones Económicas

El GDF tiene su sistema de limpia para la ciudad, ofreciendo con esto fuentes de trabajo. Permite una actividad económica informal basándose en la separación de los diversos tipos de materiales que posteriormente se comercializan; siendo no solo un problema ambiental, sino también social y económico.

En la tabla que se presenta a continuación podemos apreciar dentro del manejo de residuos Sólidos como se genera toda una economía de reciclaje de donde evidentemente se tiene remuneraciones monetarias a todos niveles.

Estudio Económico de Manejo de RS			
Elementos	Día-hombre por ton-procesada ¹	Material reciclable (ton/año)	Empleos
Papel/Cartón ¹	4.0	83	1,100
Plásticos	4.0	38	500
Material ferroso	18.0	17	1,000
Aluminio	10.0 ²	3	100
Vidrio	11.0	34	1,300
Otros	9.0	6	200
Total		181	4,200

¹Estimaciones preliminares

²Material exportado para su reciclaje en el extranjero

Tabla 2.9

Fuente: JICA-GDF de los EUM. Seminario sobre el Estudio del Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999.

El material de reciclaje de mayor importancia por su cantidad es el papel con un 46% del peso total; sin embargo se aprecia que el vidrio genera un mayor número de empleos obteniendo el 30% de estos.

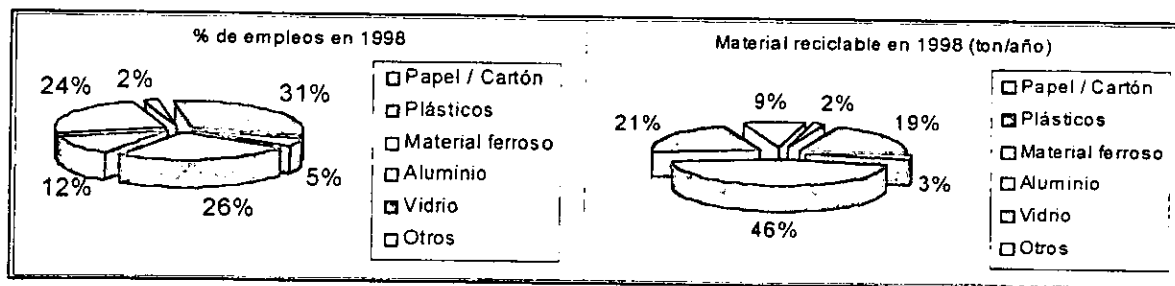


Gráfico 2.3

El manejo de los residuos sólidos comprende además de la inversión en equipos de recolección, transferencia y tratamiento de RS, infraestructura adecuada, disposición de tecnología factible, y el proceso administrativo que conlleve, los salarios del personal dedicado a la gestión de los RS.

Implica también para el gobierno, como ente responsable del bienestar de toda su población, los peligros potenciales para el departamento de limpia y la situación de los penadores.

La administración de fondos de una población no es fácil, menos para una ciudad de necesidades tan grandes por sus dimensiones, como lo es la Ciudad de México. Más aún si es, como en nuestro caso, que la inflación está por arriba de la tasa de crecimiento presupuestal nominal anual, para el periodo de 1995-1998 la tasa de crecimiento fue de 28.7% y 18.0% respectivamente, mientras que la inflación en el mismo periodo fue de 31.6% (datos tomados de JICA-GDF de los EUM). Seminario sobre el Estudio del Manejo Residuos Sólidos para la Ciudad de México, 1999).

Pensar en invertir en el manejo de los RS no es sencillo, existen diversas consideraciones y repercusiones que deben ser tomadas en cuenta. Una estimación para la inversión necesaria en México, fue realizada por el Instituto Nacional de Ecología (INE) mediante indicadores estadísticos previamente analizados como el equipamiento por localidad, la infraestructura (relleno sanitario, estaciones de transferencia), y equipo (vehículos recolectores, barredoras), es un proyecto que también depende del crecimiento de la población.

Para la Zona Centro del país, donde se contempla la Ciudad de México, la inversión anual estimada necesaria por tonelada de residuos sólidos generados, fue un total de \$159.10. Ahora bien la inversión anual promedio estimada por habitante para la misma zona fue de \$50.20 (contemplando precios del año 1997). Si pensamos en el censo de población actual, aún con los mismos precios, podemos darnos cuenta que la cantidad de dinero que se requiere es tan elevado que el gobierno no puede cubrirlo en su totalidad, por lo que debemos buscar formas de financiamiento en donde el mismo proyecto llegue a cubrir los gastos, sobre todo si estamos hablando de los residuos sólidos, que al final de cuentas son recursos que en un momento dado rinden dividendos.

El problema es mayor cuando se mezclan, como es natural, los residuos sólidos del Valle de México con los del Estado de México, donde se tienen relaciones industriales y laborales importantísimas. Si decimos que cada gobierno tiene la obligación de tratar de resolver el problema de sus RS, quién puede delimitar la responsabilidad de manejar los residuos encontrados en basureros clandestinos, no pertenecientes por completo a la capital.

Existe también el problema del espacio disponible para la disposición de los RS, la ciudad no ha sido planeada para dar cabida a tanta gente que ha decidido vivir en ella, por lo que al no poder seguir extendiéndose más, comenzó a crecer verticalmente. Es real que no hay lugar suficiente para las viviendas necesarias; mucho menos debemos pensar en un espacio de las dimensiones adecuadas y con las características necesarias para la disposición de los residuos sólidos. Esta creciente demanda de terrenos para diversos tipos de suelo, con las características que cada uno requiere, ha elevado el costo de un posible espacio para desarrollar cualquier actividad.

Si a esto le sumamos que la gestión de los residuos sólidos no es bien vista por la sociedad cuando se topa de frente con ella, vemos la complicación de disponer de un predio cerca del Valle de México, y que además quede a salvo del incesante crecimiento de la mancha urbana. Hay asentamientos irregulares en predios no dispuestos para ello, y el GDF ha tenido que entregarlos a la gente que necesita vivienda, existiendo una gran escasez de la misma, lo que ha impedido el acondicionamiento de un lugar adecuado.

Por esto ahora será necesario adaptar un terreno ya existente o generar uno nuevo para este propósito, añadiéndole el equipo y el nuevo personal de limpia para su operación. Todo es un gasto que debe realizar el GDF con la recaudación de impuestos y la administración del presupuesto. Finalmente la responsabilidad no es sólo del gobierno si no también de la población en general y por tanto de cualquier modo lo pagará la sociedad a un costo u otro.

Además de lo concerniente a la administración del GDF existe el pago informal de la gestión de la basura, esto es, la "propina" que la gente acostumbra a dar de manera informal a los recolectores de limpia, que en ocasiones llega a ser casi el costo del manejo de ésta.

El costo unitario del Manejo de Residuos Sólidos (MRS), en la Ciudad de México (precio de 1998) excluyendo tiraderos clandestinos y limpieza de las vías primarias es de 88.6 US/ton; ahora bien si contemplamos todos los costos es de 107.5 Us/ton.

Se están realizando grandes esfuerzos para solucionar los problemas generados por los RS, pero las actividades se realizan de manera aislada; es decir, los programas de reciclaje se llevan a cabo en muy pocas escuelas, sin tiempos sincronizados y por intereses particulares debido a las sustancias manejadas en cada entidad. En realidad no existe la disposición política y económica para crear mecanismos que nos lleven a la solución del problema de manera integral.

Los residuos peligrosos que llegan a contener los productos de uso cotidiano son los materiales residuales de mayor porcentaje dentro de la composición de los RS y representan un peligro potencial que a lo largo de los años en el mejor de los casos, ha sido ignorado por las autoridades gubernamentales. El estudio y desarrollo de programas integrales de manejo de RS tienen forzosamente que considerar los residuos peligrosos responsables de la mayoría de los accidentes que se producen en su manejo y disposición, así como los daños al ambiente y la salud.

En nuestro país no se contempla un estudio planeado y con seguimiento de este tipo de residuos, por ello es nuestra intención realizar un procedimiento de muestreo y estudio base para el análisis; contribuyendo así a una solución integral del problema aquí planteado

El pretender realizar un estudio de esta naturaleza para nuestro país o cualquiera de sus 32 entidades federativas es muy ambicioso y poco recomendable, en primer instancia por la extensión territorial de la República Mexicana y la falta de voluntad y recursos políticos para realizarlo.

En el caso de tratamiento térmico, es decir, la incineración, el volumen de los residuos incinerados se reduce hasta un 20% o menos en cenizas del original, las cuales pueden llegar a ser utilizadas para elaborar productos secundarios como ladrillos o para el bacheo de calles. Diseñar y manejar un incinerador de este tipo es muy costoso para países en vías de desarrollo como el nuestro.

Los residuos orgánicos biodegradables son susceptibles al tratamiento por composteo, es decir, una degradación de manera natural (aerobia en unos casos y anaerobia en otros), lo que al cabo de cierto tiempo da como resultado un fertilizante natural que puede ser utilizado en cualquier actividad de jardinería.

Los programas de prevención, representan un manejo a pequeña escala lo que tiene menores costo a diferencia de los programas de tratamiento con grandes lujos de residuos y costos altísimos., por lo que el reciclado de materiales produce un beneficio económico que puede traducirse en una economía mas activa y una cultura de saneamiento del planeta.

A continuación presentamos los datos reportados, anualmente de la composición de los residuos municipales en toneladas y sus respectivos porcentajes.

Composición de los residuos sólidos municipales generados en México 1993-1996				
<i>Material</i> %	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>
Papel, cartón	3 952.2	4 146.8	4 291.3	4 496.7
Por ciento	14.1	14.1	14.1	14.1
Textiles	418.5	439.1	454.4	476.2
Por ciento	1.5	1.5	1.5	1.5
Plásticos	1 230.3	1 290.9	1 335.9	1 399.8
Por ciento	4.4	4.4	4.4	4.4
Vidrios	1 657.3	1 738.9	1 799.5	1 885.6
Por ciento	5.9	5.9	5.9	5.9
Metales	813.2	853.2	883.0	925.2
Por ciento	2.9	2.9	2.9	2.9
Basura de comida y jardines	14 718.9	15 443.6	15 981.7	16 746.9
Por ciento	52.4	52.4	52.4	52.4
Otros	5 299.1	5 560.0	5 753.7	6 029.2
Por ciento	18.9	18.9	18.9	18.9
Total	28 089.5	29 472.4	30 499.4	31 959.6
	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 2.10

Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos Sólidos, México 1996.

CAPITULO III

RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS

Dentro de los residuos sólidos municipales (RSM) como lo vimos en el capítulo anterior se tiene una variedad de desechos que van desde los que podemos reciclar (papel, plástico, madera, etc.) hasta los de tipo orgánico (animales y vegetales principalmente), pero hay un tipo de residuo que generalmente pasa inadvertido por el grueso de la población. Dentro de los RSM tenemos sustancias químicas y materiales que son utilizados en la industria muy comúnmente y que se clasifican como **materiales peligrosos**, con estas sustancias se elaboran productos para limpieza y mantenimiento de casas y reparación de aparatos eléctricos, distribuyéndose y comercializándose entre la población para utilizarlas en casas habitación, oficinas, comercios, etc. Estos productos después de prestar el servicio para el que fueron concebidos generan residuos que van a dar a los depósitos de basura sin que nadie tenga siquiera una idea de que pueden representar un peligro potencial.

3.1 Definición y clasificación de los residuos peligrosos domésticos (RPD)

Para definir este tipo de residuos, comenzamos definiendo a los residuos peligrosos. La RCRA (Resource Conservation and Recovery Act) que es el organismo rector en materia de residuos sólidos y peligrosos en los E.U.A. nos dice “cualquier residuo sólido o combinación de residuos sólidos, que por su cantidad, concentración o característica física, química o infecciosa pueda causar o contribuir significativamente a la mortalidad o causar lesiones serias reversibles o irreversibles o que represente sustancial o potencialmente riesgos para la salud humana o el ambiente se puede considerar como un residuo peligroso”. Lo más importante en esta definición es que se abarca a todo residuo sólido, ya sea de tipo industrial o de tipo urbano.

Sintetizando esta definición podemos considerar a un residuo peligroso como: “aquel material o combinación de materiales que es generado de la actividad humana y que al contacto con los ecosistemas o el ambiente provoca disfunciones en los ciclos de vida y efectos negativos graves.”.

Los Residuos Peligrosos Domésticos presentan las siguientes características

- No biodegradables, también llamados persistentes en la naturaleza.
- Pueden acumularse biológicamente
- Pueden ser letales
- Pueden de una u otra forma causar o tender a causar efectos perjudiciales acumulativos

Ahora bien, podemos definir “un RPD es aquel residuo de origen urbano⁴ que al igual que un residuo peligroso puede causar daño al ambiente o a los seres vivos”.

En los E.U.A. se han clasificado los residuos peligrosos de acuerdo a una lista diseñada por la EPA (Environmental Protection Agency) en el año 1990, que utiliza criterios tales como sus características u origen. En la tabla siguiente podemos ver como clasifica la EPA a los residuos peligrosos, teniendo una gran similitud con las normas mexicanas (Tabla 3.1).

Clasificación de los Residuos Peligrosos	
<u>EPA</u>	<u>NOM-052-ECOL/1993</u>
<i>Listado:</i>	<i>Listado</i>
Origen específico	Origen específico
Origen no específico	Origen no específico
Productos químicos comerciales (agudamente peligrosos)	
Productos químicos (no agudamente peligrosos)	
<i>Características</i>	<i>Características</i>
Corrosivo	Corrosivo
Reactivo	Reactivo
Explosivo	Explosivo
Tóxico	Tóxico
Inflamable	Inflamable
	Biológico-Infecioso
<i>Otros</i>	<i>Otros</i>
Mezclas (peligrosos y no peligrosos)	Residuos, bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas
Rechazos originados en el tratamiento de residuos	
Materiales que contienen residuos peligrosos listados	

Tabla 3.1

Tanto en la EPA como en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL/1993, se dan los criterios y definiciones de lo que es un residuo peligroso. La norma mexicana hace una clasificación de los residuos por sus características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y a diferencia de la EPA contemplan una categoría especial para los residuos biológico-infecciosos e incluso se tiene una norma específica que se tratare más adelante en este capítulo.

⁴ Origen urbano: doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados y áreas públicas

La Norma considera como residuos de especial cuidado a los que salen de la producción de pinturas, teniendo un listado de las materias primas que pueden considerarse peligrosas y por lo tanto sus residuos también lo son, así como los envases y empaques que los contenían.

Los residuos radiactivos son catalogados como diferentes a los peligrosos, pero es claro que tienen un grado de peligrosidad alto y sus características coinciden con las definiciones. Sus cuidados y la magnitud del problema que un accidente con residuos o productos radiactivos puede acarrear daños irreversibles, lo hace que se tengan catalogadas como materiales especiales que se deben de manejar y disponer de igual forma.

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL/1993 establece que los residuos peligrosos son: "Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosos, representan un peligro para el equilibrio ecológico del ambiente".

Se considerarán peligrosos aquellos que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico infecciosas; atendiendo a los siguientes criterios.

Definición y límites de los Residuos Peligrosos

1. Corrosivo

Un residuo se considera peligroso por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- 1.1 En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5.
- 1.2 En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55 °C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE 1020), a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.

2 Reactivo

Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- 2.1 Bajo condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación.
 - 2.2 En condiciones normales (25 °C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
 - 2.3 Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con soluciones de pH; ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N), en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos.
 - 2.4 Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H₂S/kg de residuo.
 - 2.5 Es capaz de producir radicales libres.
-

Tabla 3.2 sección I

Definición y límites de los Residuos Peligrosos

3 Explosivo

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- 3.1 Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno.
- 3.2 Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm² de presión.

4 Tóxico

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad al ambiente cuando presenta la siguiente propiedad:

- 4.1 Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-ECOL-1993, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los Constituyentes listados en las tablas 5, 6 y 7 (anexo 5) en concentraciones mayores a los límites señalados en dichas tablas.

5 Inflamable

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- 5.1 En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen.
- 5.2 Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C.
- 5.3 No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm²).
- 5.4 Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.

6 Biológico-Infeciosos

Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- 6.1 Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- 6.2 Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos.

7 La mezcla de un residuo peligroso conforme a esta norma con un residuo no peligroso será considerada residuo peligroso.

Tabla 3.2 sección II

Fuente: NOM-052-ECOL-1993

3.2 Los residuos biológico-infecciosos y su norma

Se estima que el sector salud del país produce diariamente 360 toneladas de residuos peligrosos biológico-infecciosos, lo que al año representa mas de 127,000 toneladas, de las cuales se les da tratamiento adecuado solo al 35% o sea a 44,450 toneladas, con lo que el resto va a dar a los tiraderos, drenajes y/o vía pública. Es claro entonces, que el problema es grave en lo que a control y tratamiento se refiere.

Basándose en los datos igual o más alarmantes que los antes citados, en México se formuló en el año 1994 un proyecto de norma, que en ese mismo año fue aprobada, acerca de los residuos Biológico- infecciosos. (NOM-087-ECOL-1994), estableciendo los requisitos para su clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

La NOM-087-ECOL-1994, los define como “ todo material que contenga bacteria, virus u otros microorganismos con capacidad de infectar o producir toxinas con efectos nocivos para los seres vivos o el ambiente, que se generan en laboratorios clínicos, laboratorios de generación de biológicos, de atención médica, de enseñanza y de investigación tanto de servicio a humanos como de tipo veterinario ”.

Niveles de generación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos NOM-087-ECOL-1994 ^a	
La sangre ^b	Los productos derivados de la sangre ^b
Los materiales con sangre ^b	Plasma, el suero ^b
Los cultivos o muestras almacenadas de agentes infecciosos	La producción de biológicos
Los patológicos	Los tejidos, partes y fluidos generados de cualquier tipo de intervención
Las muestras para análisis	Los cadáveres de animales o partes de estos.
La cirugía y necropsia	Las terapias y unidades coronarias
El equipo, material y objetos contaminados durante la atención a pacientes	Los objetos punzocortantes

Tabla 3.3

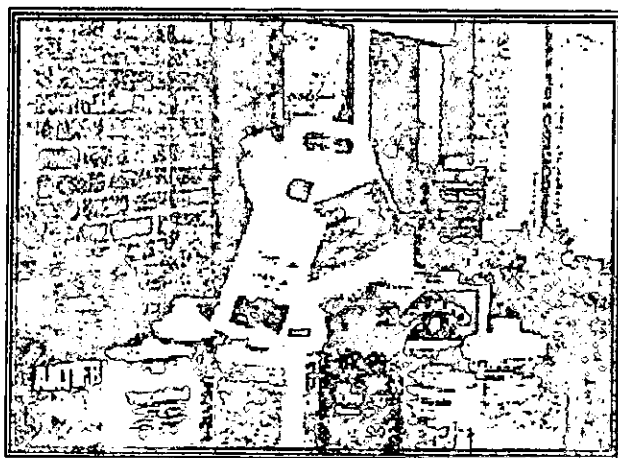
Fuente: SEDESOL, Diario Oficial, 1994

^a Todos los materiales que se muestran a continuación o que estuvieron en contacto con ellos

^b Aun cuando se hayan secado

3.3 Tipo de RPD.

Los productos de aseo o limpieza (desinfectantes, limpiadores de desagües, retretes y ventanas, blanqueadores y amoníaco); productos para pintura y construcción (pinturas a base de látex y aceite, disolventes y removedores, colorantes barnices y lacas, preservativos para madera); productos para jardinería (plaguicidas, fertilizantes y pesticidas); Productos para el automóvil (aceite usado, anticongelante, ácido para batería, líquido para frenos y transmisión); cosméticos y medicamentos caducos son ejemplos entre muchos de mercancías cuyos residuos y envases pueden generar materiales peligrosos (Fig. 3.1).



Productos comerciales de uso común

Figura 3.1

Son sustancias y materiales que utilizamos cotidianamente en nuestras casas y que pueden ser potencialmente peligrosas. Un ejemplo de un producto comercial de uso común es el aceite que en la composición de sus residuos tiene una mezcla de aceite, combustible, carbón, goma, laca, barnices, herrumbre y metales pesados, lo que los hace altamente contaminantes y tóxicos.

Los lubricantes se clasifican de acuerdo con su uso: transporte, industria, procesos y otros. La industria de los lubricantes en México (SEMIP, 1994) reportó que el consumo de lubricantes nuevos, excluyendo grasas es de 677.5 miles de metros cúbicos. El principal mercado de aceite es el transporte con 73.4 % seguido por la industria con 18.6%.

En 1993, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) contó 130 establecimientos que elaboran aceites lubricantes y aditivos, ubicados principalmente en el Estado de México, Jalisco y Nuevo León.

En 1994 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) estimó que el 55.9% de los aceites nuevos utilizados para el transporte después son aprovechados como aceites usados, mientras que en el sector industrial se recupera el 53.5% del aceite consumido.⁵

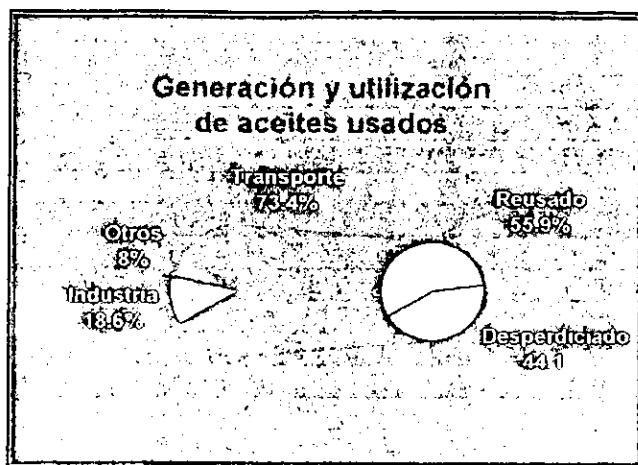


Gráfico 3.1
Generación y Utilización de aceites usados

Otro ejemplo son las pilas que además de su característica de explosividad (si se sobrecalientan), contienen metales pesados como mercurio, cadmio, zinc, manganeso o litio que pueden dañar al ambiente (ver figura 3.2). Las cantidades de mercurio u otro metal pesado que se encuentra en una pila son pequeñas en algunos casos, pero tenemos que tomar en cuenta que estas se utilizan en la gran mayoría de los aparatos electrónicos y algunos electrodomésticos, lo que da como resultado una cantidad considerable de éstas en los tiraderos municipales y si esto lo extendemos a toda la gama de residuos peligrosos que se encuentran en los RSM, nos podemos dar cuenta del peligro potencial que conlleva.

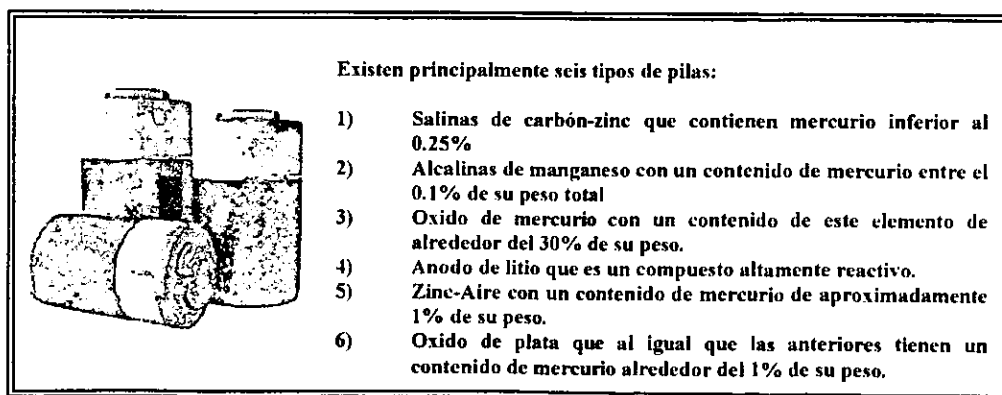


Figura 3.2
Pilas utilizadas en electrodomésticos, aparatos electrónicos, etc.

⁵ Generación y utilización de aceites usados. Revista Teorema, septiembre de 1997.

3.4 Características de peligrosidad

Las diferentes sustancias o materiales utilizados en el hogar significan un problema a resolver dentro de la gestión de los residuos sólidos (RSD). Para tener una idea más clara de los riesgos potenciales que los RPD tienen a continuación se muestra una tabla en donde se clasifican de acuerdo a su peligrosidad algunos materiales utilizados en los hogares y que en un momento dado son desechados como residuos sólidos municipales.

Residuos Peligrosos Domésticos	
<i>Material</i>	<i>Característica</i>
Acetona	Líquido inflamable
Aerosoles	Gas inflamable. Recipiente explosivo
Alcoholes	Líquido inflamable
Amoniaco (NH ₄ OH; 12%<NH ₄ >44%)	Corrosivo (base)
Munición (armas pequeñas)	Explosivo
Anticongelante	Tóxico
Baterías-automóvil	Corrosivo (ácido)
Lejías (Hipoclorito sódico;CL>7%)	Corrosivo (ácido)
Líquido de frenos	Tóxico
Aceite de alcanfor	Inflamable
Tetracloruro de Carbono	Tóxico
Cloro (piscinas)	Corrosivo
Pegamento de contacto	Líquido inflamable
Gasóleo	Líquido inflamable
Destapa caños	Corrosivo
Fuegos artificiales	Explosivo
Cohetes	Explosivo
Combustible	Líquido inflamable
Funguicidas	Tóxico
Cera para muebles	Tóxico
Gasolina	Líquido inflamable
Pegamento epóxico	Líquido inflamable
Pegamento de modelos	Líquido inflamable
Ácido clorhídrico	Corrosivo
Peróxido de hidrógeno	Explosivo
Tinta	Líquido inflamable

Tabla 3.3

Fuente: Manual McGraw Hill de Reciclaje

El desechar un producto con características peligrosas muchas veces parece insignificante por la cantidad y tipo de desecho, pero si pensamos en ciudades que tienen densidades de población altas como la Ciudad de México con aproximadamente 18 millones de habitantes podemos darnos cuenta que puede ser alarmante si se mezclan y acumulan los desechos de cada uno de sus habitantes.

Los RPD pueden tener sobre todo en los seres vivos un efecto dañino por lo que es importante hacer un recuento de las propiedades principales que se deben de tener en cuenta para el análisis de los problemas que ocasiona a la salud la contaminación de los RPD.

Muchas veces no se tiene ni idea de los daños que pueden causar los productos que adquirimos en los centros comerciales y los utilizamos indistintamente aun mezclándolos para obtener "mejores resultados", provocando que en nuestras casas haya recipientes y materiales que son "bombas de tiempo".

Los productos comerciales pueden tener o cubrir una o varias de las propiedades y características antes mencionadas, por lo que es importante que la información del tipo de sustancia que se esta manejando en cada producto llegue a los usuarios. ya que no solo significa un riesgo para la salud de las personas que viven de la gestión de los RSM, sino también pueden llegar a provocar daños severos a los consumidores dentro de sus hogares.

En la tabla siguiente se muestran algunas sustancias o elementos, los usos que tienen y los daños que pueden causar (tabla 3.4).

Sustancias de los residuos peligrosos producidos en actividades comerciales, industriales, agrícolas y domésticas que se encuentran típicamente en los RSM

<i>Nombre</i>	<i>Fórmula/símbolo</i>	<i>Uso</i>	<i>Riesgo</i>
No metales			
Arsénico	As	Aditivo de aleación para metales, especialmente plomo y cobre, como perdigones, rejilla de baterías, forros de cables, tubos de caldera.	Cancerígeno y mutagénico. A largo plazo, a veces puede causar fatiga y pérdida de energía; dermatitis
Selenio	Se	Electrónica, placas xerográficas, cámaras de televisión, fotocélulas, núcleos magnéticos de ordenadores, baterías solares, rectificadores, reveladores, cerámica (colorante de vidrio), acero y cobre, agente vulcanizador, catalizador, oligoelemento en piezas de animales.	A largo plazo puede provocar decoloración de dedos, dientes, pelo. Debilidad general; depresiones; irritación de nariz y boca.
Metales			
Bario	Ba	Aleaciones para afino al vacío, desoxidante de cobre, lubricante para rotores, ánodos en tuberías de rayos X, aleaciones de bujías.	Inflamable en forma de polvo a temperaturas ambientales. A largo plazo provoca presión sanguínea alta y bloqueo nervioso.
Cadmio	Cd	Recubrimiento electrodepositados y de inmersión sobre metales, aleaciones de fusión, aleaciones de soldadura fuerte, sistemas contra el fuego, pilas níquel-cadmio. Cable de transmisión de energía eléctrica, bulbos de televisión, base de pigmentaciones utilizadas en vidrio de cerámica, esmaltes de maquinaria, fungicidas, fotografía y litografía, rectificadores de selenio, electrodos para lámparas de vapor de cadmio y celdas fotoeléctricas	Inflamable en forma de polvo, tóxico por inhalación de polvo o vapor. Cancerígeno, los compuestos solubles de cadmio son altamente tóxicos. A largo plazo se acumula en el hígado, riñones, páncreas y tiroides; la hipertensión es un efecto sospechado
Cromo	Cr	Elemento de aleación y de cromado sobre metal y sustratos plásticos para resistir la corrosión, aceros que contienen cromo e inoxidables, investigación nuclear y de altas temperaturas, constituyente de pigmentaciones inorgánicas, recubrimiento protector de automóviles y los accesorios.	Las formas hexavalentes de cromo son cancerígenos y corrosivos sobre tejido. Largo plazo: sensibilización de la piel y daños a los riñones.
Plomo	Pb	Acumuladores, aditivo de gasolina, pigmentación de pintura, recubrimiento de cable, municiones, tubería, forros de depósitos, soldaduras y aleaciones fundibles, otras aleaciones anti-fricción.	Tóxico por ingestión o inhalación de polvo o vapores. Largo plazo: daños cerebrales, al sistema nervioso y riñones; defectos de nacimiento.

Tabla 3.4 (Sección I)

Sustancias de los residuos peligrosos producidos en actividades comerciales, industriales, agrícolas y domésticas que se encuentran típicamente en los RSM

<i>Nombre</i>	<i>Fórmula/símbolo</i>	<i>Uso</i>	<i>Riesgo</i>
Mercurio	Hg	Amalgamas, catalizadores, aparatos electrónicos, cátodos para la producción de cloro y sosa cáustica, instrumentos, lámparas de vapor de mercurio, recubrimiento de espejos, lámparas de arco, calderas.	Altamente tóxico por absorción cutánea e inhalación de vapor. Largo plazo: tóxico para el sistema nervioso central; daños congénitos.
Plata	Ag	Fabricación de nitrato de plata, bromuro de plata, fotoquímicas; recubrimientos de tanques y otros equipos de recipientes para reacciones químicas, destilación de agua, etc.; espejos, conductores eléctricos, plateado, equipo electrónico, esterilizadores, purificadores de agua; instrumentos de cirugía, catalizadores especiales, celdas solares, reflectores de torres solares; aleaciones de soldadura a baja temperatura; cubiertos de mesa, joyería; equipo dental, medicina y científico. Contactos electrónicos; metal embobinado de imanes; amalgamas de dentistas. Se utiliza plata coloidal como agente de nucleación de fotografía y medicina, a menudo combinado con proteínas.	Metal tóxico. Largo plazo: decoloración gris permanente en los ojos, piel y membranas mucosas
Compuestos orgánicos			
Benceno	C ₆ H ₆	Producción de etilbenceno (paramonomero de estireno). Dodecilbenceno (para detergentes), ciclohexano (para nylon); fenol; nitrobenceno (para anilina); anhídrido maleico; hexaclorobenceno; ácido sulfónico de benceno; (como disolvente)	Cancerígeno: Altamente tóxico. Inflamable con alto riesgo de incendio.
Etilbenceno (feniletieno)	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	Intermediario para la producción de estireno; disolvente.	Tóxico por ingestión, inhalación y absorción cutánea; irritante para los ojos y la piel. Inflamable con alto riesgo de incendio.
Tolueno (metilbenceno)	C ₆ H ₅ CH ₃	Gasolina de aviación y solución para mezcla de alto octanaje; fabricación de benceno, fenol y caprolactama; disolvente de pinturas y recubrimientos, pegamentos, resinas, la mayoría de los aceites, goma, organosoles de vinilo; disolvente y diluyente en lacas de nitro celulosa; disolvente adhesivo en juguetes.	Inflamable con altos riesgo de incendio. Tóxico por ingestión, inhalación y absorción cutánea.

Tabla 3.4 (Sección II)

Sustancias de los residuos peligrosos producidos en actividades comerciales, industriales, agrícolas y domésticas que se encuentran típicamente en los RSM

<i>Nombre</i>	<i>Fórmula/símbolo</i>	<i>Uso</i>	<i>Riesgo</i>
Compuestos halogenados			
Clorobenceno (fenilcloruro)	C_6H_5Cl	Fenol, cloronitrobenceno, anilina, portador de disolvente de disocianato de metileno, intermediarios para pesticidas, líquido con buena transferencia de calor.	Moderado riesgo de incendio. Tóxico por inhalación y contacto con la piel.
Cloroeteno (cloruro de vinilo)	CH_2CHCl	Policloloruro de vinilo y copolímeros, síntesis orgánica, adhesivos de plásticos	Extremadamente tóxico y peligroso para todos los medios de exposición. Cancerígeno.
Diclorometano (cloruro de metileno)	CH_2Cl_2	Quita pintura, desgrasamiento de disolventes, vapores de desengrase, agente soplador de espuma, extracción de disolventes, disolvente de acetato de celulosa.	Tóxico. Cancerígeno y narcótico.
Tetracloroetano (tetracloroetileno, percloroetileno)	CCl_2CCl_2	Disolvente en limpieza en seco, disolvente de desgrasamiento de vapores, agente secador para metales y algunos otros sólidos, medios de transferencia de calor, fabricación de fluorocarbonos.	Irritante para los ojos y la piel
Pesticidas, herbicidas, insecticidas			Tóxico por inhalación y absorción cutánea. Cancerígeno.
Endrin	$C_{12}H_{10}OCl_6$	Insecticida y fumigante	
Lindane	$C_6H_6Cl_6$	Pesticida	Tóxico por inhalación, ingestión y absorción cutánea.
Methoxychlor	$C_{11}CH(C_6H_4OCH_3)_2$	Insecticida	Material tóxico
Toxaefeno	$C_{10}H_{10}Cl_8$ Aproximadamente	Insecticida y fumigante	Tóxico por ingestión, inhalación y absorción cutánea.

Tabla 3.4 (Sección III)

Fuente: Tchobanoglous G. y Burton F. L., Wastewater Engineering; Treatment, disposal, and reuse, 3° edición, McGraw-Hill, Nueva York, 1991

3.5 Los flujos de RPD contenidos en los RSM

Para tener un panorama más amplio del problema de los RPD en el mundo daremos un vistazo a lo que ocurre en la parte central y oeste de Europa, donde actualmente se tienen grandes problemas. Con la caída del sistema socialista, en esta parte del mundo se tiene que hacer una reorganización de todo, incluyendo la gestión de los residuos sólidos.

Se tenían ventajas en este sistema ya que los productos no tenían que estar en empaques muy grandes ni vistosos y la cantidad de bienes de consumo limitada hacia que los residuos, así como su manejo y disposición se hicieran sencillos, pero al haber un cambio a la producción de artículos y mercancías exigía también un aumento en los materiales de empaque. Lo más preocupante en estos países es que los mecanismos de control de residuos son poco efectivos habiendo tiraderos con RSM junto con los residuos peligrosos que la industria genera.

Porcentaje de Residuos Peligrosos en los RSM en países de Europa					
	Checoslovaquia 1995 millones de ton/año	Hungría 1995 millones de ton/año	Polonia 1995 millones de ton/año	Rusia 1992 millones /m ³	Lituania 1993 millones de ton/año
RSM	4.5	5.4	12.2	130.0	1.9
RP	97.5	100.8	121.9	450.0	5.2
%RP	21.8	18.6	10.0	-	2.7

Tabla 3.5

Fuente: Western Pyromania Moves East, Section III

De acuerdo a los datos de la Tabla 3.5 la cantidad de residuos peligrosos contenidos en los RSM es muy alta, observando que el porcentaje más bajo es el de Lituania con un 2.7% que comparada con los reportes de la EPA en E.U.A. Comúnmente la cantidad de residuos que se generan va desde el 0.75% a 1% de RPD, considerando que en el año de 1996 generaron 208 millones de toneladas de residuos sólidos significa que tuvieron cantidades entre 20.8 y 15.7 millones de toneladas de materiales peligrosos mezclados.

La gente en los E.U.A. desecha mas RPD en los primeros meses del año, debido a la costumbre de hacer una renovación o reparaciones en las casas.

En México hay pocos y muy diferentes datos con respecto a las estimaciones de la cantidad producida, pero las cifras oscilan entre 7,000 y 21,000 toneladas⁶ al año tan solo en la zona de la Ciudad de México (ZMCM) que invariablemente van a para a los rellenos sanitarios municipales o se quedan en la vía publica.

⁶ Fuente: "La situación de los residuos peligrosos en México", Tadeo Rosas Luis Antonio. 1998 UNAM

3.6 Distribución de RPD encontrados en los RSM

Dentro de los RPD podemos encontrar una gran variedad de artículos, esto es muy claro por que entre la diversidad de actividades que se realizan en las grandes urbes se utilizan distintos productos y sustancias que al final de la jornada diaria generan los RSM y dentro de ellos los que estamos estudiando en este capítulo.

En el grafico 3.2 veremos como es la distribución de RPD de acuerdo al tipo de actividad para los que son usados. Los residuos domésticos y de limpieza son los que se encuentran en mayor cantidad, siguiendo los residuos de automóvil constituyendo así más de un 70% del total de los RPD.

La limpieza de los hogares y el mantenimiento de autos son practicas comunes en las grandes urbes generando cantidades exorbitantes de residuos debido al sencillo hecho de tener densidades de población tan altas.

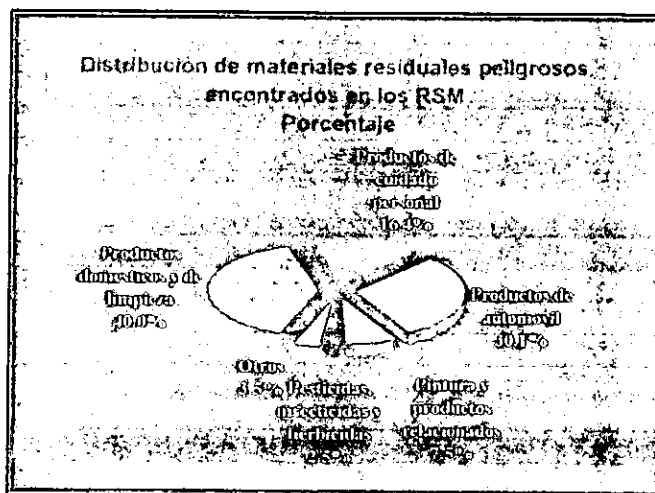


Gráfico 3.2

Fuente: Tchobanoglous G, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Editorial Mc Graw Hill, Primera edición España 1994.

Sin embargo, no hay que dejar de mencionar que aunque la cantidad de pesticidas, insecticidas y herbicidas sea la menor estamos hablando de un 2.5% que en términos de las cantidades tan grandes de basura generada puede llegar a producir una contaminación grave al ambiente, muestra de ello es que dentro de las legislaciones de muchos países incluyendo México se tienen normas específicas para este tipo de productos.

3.7 Problemas ocasionados dentro de la Gestión de RPD.

Los RPD suelen causar problemas a la gente que trabaja en la gestión de residuos ya que su manejo inadecuado provoca lesiones serias. La exposición a RPD se da al producirse escapes, rociados (por ejemplo en los camiones durante la compactación), humo, incendios y explosiones. Las lesiones que se presentan incluyen pérdida de visión, irritación ocular, problemas respiratorios, alergias, náuseas y problemas crónicos. Lamentablemente no se cuenta con un registro de los problemas y accidentes que los RPD ocasionan a la población y los trabajadores; se sabe, por ejemplo, que uno de los problemas más comunes es la responsabilidad indirecta que tiene el servicio de limpia con los trabajadores informales que acompañan en la recolección a los trabajadores de los camiones, habiendo casos en los que los trabajadores informales superan en número a éstos. Los accidentes que llegan a sufrir todos los trabajadores en la gestión de los RSM no son documentados debidamente e impiden que se realicen las estadísticas pertinentes.

También pueden provocar daños al equipo y a la propiedad. Los incidentes más comunes son los incendios en los camiones de recolección o en los remolques de transferencia, debido generalmente a líquidos y sólidos inflamables que se encuentran en la basura y que entran en contacto con una fuente de ignición o materiales incompatibles que se mezclan y reaccionan (por ejemplo líquido de frenos de una vivienda y el cloro de una piscina procedente de otra). Los camiones compactadores suelen liberar algunas de estas sustancias. En las estaciones de procesamiento y selección de los residuos han provocado accidentes que van desde ligeros incendios hasta explosiones de trituradoras.

3.8 Disposición Final de los RPD

Otro problema causado por los RPD se da en los vertederos de los residuos sólidos comienza dentro de las ciudades, desde la recolección en donde los carros que tienen sistemas compactadores comienzan a triturar los desechos y los envases de plástico, metal y vidrio que se deshacen arrojando algunos de los líquidos (lixiviados) que contenían. Este proceso se repite en los vertederos donde hay máquinas que se encargan de hacer una compresión mucho más drástica liberando una cantidad mayor de líquidos que por gravedad llegan al fondo de los depósitos de basura. Los líquidos liberados van desde agua y bebidas refrescantes hasta residuos peligrosos tales como insecticidas, desinfectantes o disolventes.

Además los lixiviados en el proceso de descenso en los vertederos suelen combinarse con otros residuos tales como los metales y/o materiales sólidos, lo que produce una mezcla con un grado de peligrosidad alto. El daño que los lixiviados provocan al ambiente depende del lugar en donde se encuentra el vertedero y de la composición de la mezcla, pero en términos generales si el lixiviado llega a los mantos acuíferos puede provocar una intoxicación a las comunidades aledañas, o si el vertedero tiene cierta inclinación los lixiviados pueden llegar a escurrir contaminando los suelos dejándolos inservibles para

cualquier actividad agrícola o en su defecto pueden provocar que animales y humanos que viven cerca de la zona, acumulen cantidades intolerables de contaminantes que pueden desencadenar desde pequeñas erupciones en la piel hasta muertes (generalmente se debe a los altos índices de metales pesados en el organismo). Esto hace que la calidad de vida de la gente que vive cerca de los vertederos sea pobre y el daño al medio ambiente sea cada vez más grande.

La EPA ha relacionado datos sobre los lixiviados de 53 vertederos en E.U.A. donde se analizaron diez compuestos de los cuales se tenía la más amplia información y se encuentran en gran cantidad de productos comerciales. El que se encontró en mayor concentración fue el cloruro de metileno con 220,000 ppm y también fue el que se encontró en mayor número de vertederos.

Los datos que arroja este estudio nos dan un claro ejemplo de lo que ocurre dentro de los vertederos en donde los productos químicos tales como el cloruro de vinilo o el benceno pueden provocar daños a la salud tanto por su toxicidad como por su cancerigenocidad.

Los análisis se realizaron sobre las muestras sacadas de los pozos del vertedero. Los diez compuestos se detectaron en el gas del vertedero.

**Concentraciones de sustancias orgánicas en lixiviados de los vertederos de RSM
E.U.A**

<i>Producto químico</i>	<i>Rango de concentración (ppm)</i>	<i>% de lugares donde se detectó</i>
Benceno	4-1080	34
Tetracloruro de carbono	6-398	4
Cloroformo	27-31	15
1,2-Dicloroetano	1-11000	11
Dibromuro de etileno	5-5	2
Cloruro de metileno	2-220000	60
Tetracloroetileno	2-620	21
1,1,1-Tricloroetano	1-13000	25
Tricloroetileno	1-1300	32
Cloruro de vinilo	8-61	11

Tabla 3.6

Fuente: EPA, 1992

En México también se han hecho algunos de estos estudios particularmente el caso de la zona metropolitana de Guadalajara, en donde se analizaron en el año 1997 los lixiviados de los seis vertederos de RSM.

El estudio arroja datos contundentes donde se puede ver claramente que cinco de las series de muestras dieron positivo en cuanto a residuos de tipo tóxico y cuatro de ellas tuvieron límites no permitidos de *e. coli*.

Resultados de las pruebas CRETIB a series de muestras de lixiviados (1997)

<i>Sitio</i>	<i>Tóxico</i>	<i>Biológico-infecciosos</i>
Coyula, Tonalá	Cromo Hexavalente	-----
Los Laureles, Tonalá	Cromo Hexavalente	-----
San Martín de las Flores, Tlaq	Cromo Hexavalente	e. coli
Las juntas II, Tlaq. ^a	-----	e. coli
Copala, Zapopan ^a	Cromo Hexavalente	e. coli
El Taray, Zapopan ^a	Cromo Hexavalente	e. coli

Tabla 3.7

Fuente: Bernache Pérez G, Bazdresch Parada M, Cuellar Garza J., Moreno Parada F, Basura y Metrópoli, Editorial Ciesas-Occidente, México D.F., 1998.

^a: No están en funcionamientos

3.9 El reciclaje, reuso, reducción y retorno

Se han encontrado trazas de materiales peligrosos dentro de las distintas alternativas que se tienen en la gestión de residuos sólidos. Se tiene reportado que específicamente en las actividades que se nombran a continuación existen trazas de residuos peligrosos que imposibilitan tanto el tratamiento como la comercialización de los productos deseados.

Dentro de la composta que se produce a partir de los desechos urbanos se tiene reportado que existen contaminantes que la vuelven inutilizable. Los RPD han causado problemas dentro de la gestión de los residuos sólidos:

En productos de conversión

- i. Composteo
- ii. Reciclado

En los procesos de incineración de los RSM

En los procesos de incineración de RSM se ha encontrado que en las emisiones gaseosas y en los materiales residuales producidos, hay constituyentes de residuos peligrosos como los metales pesados (bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio y plata) que son especialmente problemáticos.

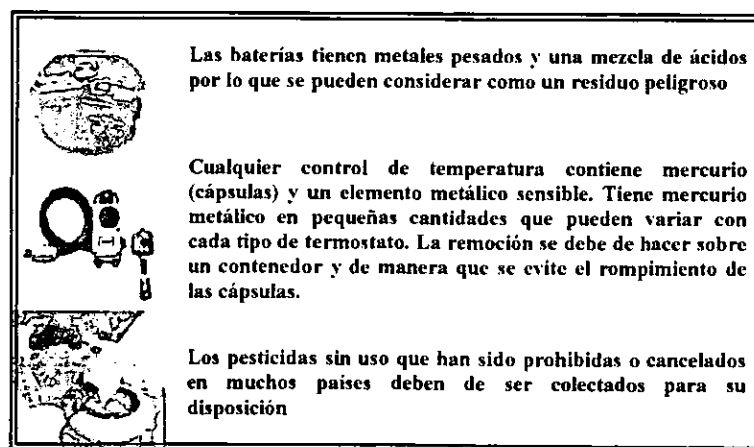
3.10 Programas de recolección, separación y tratamiento.

En E.U.A desde el año 1981 solo había 4 programas de este tipo, pero para el año 1993 la EPA reportó que este número se incrementó a 172. En Europa este tipo de proyectos para la recolección de RPD esta en proceso y solo 15 miembros de los estados de la Comunidad Europea (UE) tienen programas. La creación y depuramiento de programas es un reflejo de la importancia que tiene en la gestión de los RSM el poder separar y canalizar correctamente los residuos contaminantes que hacen más difíciles las actividades de reuso, reciclaje, reducción y composteo.

Los programas tienen el objetivo de preservar el medio ambiente y la salud humana, así como el de reducir o eliminar los residuos peligrosos desde sus fuentes o lugares de generación. En E.U.A. se tienen programas en donde se habilitan unidades móviles que van recorriendo los estados con el fin de realizar el acopio de los RPD en las comunidades, también se tienen unidades permanentes que se encargan de recibir, separar y disponer correctamente este tipo de desechos.

La EPA en el año de 1995 dio los lineamientos para cierto tipo de residuo en una ley llamada Regla de los Residuos Universales (RRU)⁷, en donde coloca tres residuos que se deben de considerar de cuidado, dando los lineamientos para su recolección y manejo. El objetivo de esta ley es separar a los “residuos universales” de los RSM.

Los residuos universales clasificados por la EPA son las baterías, termostatos y pesticidas que pueden ser almacenados hasta por un año o hasta que se acumulen 500 Kg por crearse un peligro potencial al tenerlos en un solo lugar. Esta regla trata de hacer un acopio desde el mismo lugar en donde se generan haciendo que cada estado incluya en sus leyes y programas de recolección de RPD a los residuos universales.



Residuos Universales

Figura 3.3

⁷ RCRA Universal Waste Rule, 1999

3.11 Persistencia de los RPD dentro de los vertederos

La persistencia a largo plazo de estos compuestos peligrosos una vez que han llegado a los vertederos o rellenos sanitarios es uno de los asuntos críticos en su gestión y por lo general es desconocido. Frecuentemente los residuos peligrosos se clasifican en persistentes y no persistentes.

Residuos persistentes y no persistentes	
<i>Tipo de Residuos</i>	<i>Riesgo</i>
Residuos Orgánicos no persistentes Aceite, disolventes de peso molecular bajo, algunos pesticidas biodegradables (organofosfatos, carbamatos, triacinos, anilinas, ureas, aceites residuales, la mayoría de los detergentes)	Problemas de toxicidad principalmente para el ambiente, biota, en la fuente o punto de emisión. Se producen los efectos tóxicos rápidamente después de la exposición (agudos y subagudos).
Residuos Orgánicos persistentes Hidrocarburos clorados y aromáticos de peso molecular alto, algunos pesticidas (insecticidas clorados como el hexaclorobenceno, DDT, DDE, Lindane), PCB's y ftalados.	Efectos tóxicos inmediatos (agudos y subagudos) pueden producirse en la fuente o punto de emisión. Puede producir toxicidad crónica a largo plazo. El transporte de residuos orgánicos desde la fuente puede producir contaminación y bioacumulación global en la cadena de alimentación. El transporte ambiental puede exponer a la biota a niveles más bajos de contaminantes, produciendo toxicidad crónica.

Tabla 3.8

Fuente: Tchobanoglous G, *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, Editorial McGraw Hill, Primera edición España 1994.

El concepto de vida media se puede utilizar para caracterizar y comparar la persistencia ambiental relativa de varios residuos peligrosos. En las concentraciones relativamente bajas de desechos tóxicos contenidos en los RSM se puede describir su comportamiento de desaparición con respecto al tiempo por una función de primer orden.

$$\frac{d[C]}{dT} = -k_r C$$

donde

$[C]$ = Concentración en un tiempo T

T = Tiempo

K_T = Constante de reacción o cinética de reacción de primer orden

La forma integrada de la ecuación es

$$\ln \frac{[C_0]}{[C]} = -k_t t$$

donde

$[C_0]$ = Concentración en el tiempo cero

Cuando la mitad del material inicial se ha descompuesto

$$\frac{[C_0]}{[C]} = 2$$

Por lo que el tiempo correspondiente viene dado por la siguiente ecuación.

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{K_t} = \frac{0.69}{k_t}$$

CAPITULO IV

MARCO LEGAL RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS.

La contaminación del ambiente por los materiales que se desechan de las grandes ciudades y la industria ha rebasado fronteras. Un ejemplo de los problemas ambientales que atañen a la humanidad en su conjunto y no a los países que la conforman fue el descubrimiento de los daños causados en la capa de ozono por los clorofluorocarbonos, usados muy comúnmente en los sistemas de refrigeración y aerosoles por su gran estabilidad, baja toxicidad y costo desde su nacimiento en 1928.

La comunidad Europea y Estados Unidos de América promovieron un proceso diplomático que culminó con la firma del protocolo de Montreal en 1987 para congelar su producción.

La necesidad de entablar una buena comunicación en este sentido es fundamental para tratar de llegar a convenios que resuelvan y eviten problemas suscitados por la utilización de sustancias que en el futuro pudieran llegar a causar daños irreversibles al ambiente. En materia de residuos peligrosos se tienen logros importantes para el manejo, monitoreo y disposición final de los residuos peligrosos así como las responsabilidades de los generadores.

4.1 Convenios Internacionales

Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea fue adoptado el 22 de marzo de 1989 por 166 países y puesto en vigor en mayo de 1992. En él se decidió en primer término prohibir los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos destinados a su eliminación. Estas disposiciones están previstas en los artículos 1,4,6 y 11 de este tratado. Es el único que tiene carácter jurídico y está conformado de seis anexos

- I. Categorías de desechos que hay que controlar
- II. Categorías de desechos que requieren una consideración especial
- III. Lista de características peligrosas
- IV. Operaciones de eliminación
- VA Información que hay que proporcionar con la notificación previa
- VA Información que hay que proporcionar con el documento relativo al movimiento y
- VI Arbitraje

Este convenio trata de asegurar que la generación de residuos peligrosos se reduzca al mínimo, establece que en la medida de lo posible, los residuos peligrosos se deben de disponer en el país en el que se generan, así como habla de mejorar el control de exportaciones e importaciones, prohíbe los embarques de residuos peligrosos a países que carezcan de capacidad legal, administrativa y técnica para manejarlos y disponer de ellos de manera ambientalmente idónea. También hace énfasis en la cooperación con el intercambio de información, transferencia de tecnología y homogeneización de normas, reglamentos y lineamientos

Acuerdo de Paz

En el convenio del "Acuerdo de Paz" celebrado en 1983 por México y Estados Unidos, menciona la necesidad de tener un consentimiento previo del país miembro donde se requiera, por causas especiales, la exportación de los residuos peligrosos, el compromiso de retornar al país de origen los residuos peligrosos generados por materiales admitidos por cualquiera de los dos países y la restauración de los ecosistemas afectados por éstos, además de que mediante compensación, deberán restituirse los daños causados a personas, propiedades y al medio ambiente (anexo III del Convenio).

OCDE

México ingresa en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1994, la cual agrupa a 27 países industrializados. Los principios de la organización en materia ambiental pretenden:

- Abatimiento de la generación de residuos peligrosos
- Separación de sus componentes reutilizables en la fuente
- Rehusó de estos materiales de manera directa en la fuente
- Tratamiento físico y/o químico para su recuperación o rehusó
- Destrucción por medios físicos y/o químicos
- Almacenamiento permanente en confinamientos controlados.

Las decisiones tomadas en la OCDE están tomadas para asegurar la cooperación, la información pública y, en general, el manejo integral de los residuos peligrosos de los países miembros y los que no pertenecen a ésta.

Otros convenios en los que México está inscrito y que en menor medida tratan el tema de los residuos peligrosos son:

Convenio de Londres

Otros convenios

En los que México ha firmado otros convenios que aunque en menor medida abordan el tema de los residuos peligrosos es importante mencionarlos. Los convenios son los siguientes:

1. Convenio de Londres. Que trata sobre la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otros materiales.

2. Directrices de Montreal para la Protección del Medio Marino contra la contaminación producida por fuentes terrestres firmada en 1985.
3. Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino en la Región del Gran Caribe, conocido como Convenio de Cartagena de 1983.

4.2 Legislación Mexicana

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la base para la resolución del sistema jurídico de nuestro país, esto quiere decir que de los artículos, fracciones e incisos que la componen se elaboran, discuten, analizan y emiten las Leyes Federales, los Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, así como las Leyes locales de protección al ambiente.

Dentro de la Constitución tenemos que los artículos 4, 25, 27 y 73 abordan temas ambientales. Que se refieren tanto a la preservación y restauración del equilibrio ecológico como a la protección al ambiente en territorio nacional como en las zonas en las que ejerce su soberanía y jurisdicción.

Legislación Mexicana sobre Residuos Sólidos no peligrosos	
<i>Legislación Federal</i>	
La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	<p>Plantea que los esquemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos quedan sujetos a autorización y legislación estatal o en su caso municipal, y la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos debe hacerse mediante rellenos sanitarios</p> <p>Artículo 7, fracción VI, XI y XIX Artículo 120, fracción VII. Artículo 134, fracción III Artículo 135, Fracción II y III Artículo 141 Artículo 8, fracción IV y IX Artículo 137 Artículo 138, fracción I y II</p>
La Ley Estatal de Protección al Ambiente	<p>Confiere facultades a los municipios y a su vez estos a los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública</p>

Tabla 4.1

Legislación Mexicana sobre Residuos Sólidos no peligrosos

Legislación Estatal

La Constitución Política Estatal	Contiene los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos
Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal	Establece los lineamientos y responsabilidades en materia de residuos peligrosos Artículo 32, fracción XXII Artículo 23, fracción VIII., XIII, XV
La Ley Orgánica del Municipio Libre	Establece las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atiendan los servicios públicos.
El Reglamento de Limpia del DF	Regula específicamente los aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para la prestación del servicio de limpia pública.

Tabla 4.2

El marco legal a nivel Federal tiene como máxima Instancia la LGEEPA, derivando en las NOM como instrumento legal particular

Legislación Mexicana sobre Residuos Peligrosos

Legislación Federal

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Establece las definiciones, la regulación de actividades riesgosas, el manejo y disposición final de los residuos peligrosos, También estimula el establecimiento de programas de prevención y reducción. dicta las condiciones para la exportación e importación de residuos peligrosos.
Título Cuarto, Capítulo VI
Artículo 151,152 y 153

Reglamento Residuos Peligrosos

Establece los lineamientos para el transporte, almacenaje, tratamiento y manejo; así como los procedimientos para el establecimiento y ubicación de las industrias generadoras de residuos peligrosos. Comprende también los requisitos y condiciones para la exportación e importación de los mismos.

Tabla 4.3

Legislación Mexicana sobre Residuos Peligrosos	
<i>Normas Oficiales Mexicanas</i>	
NOM-052-ECOL-1993	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM-053-ECOL-1993	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM-054-ECOL-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993
NOM-055-ECOL-1993	Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto los radiactivos. Dicha Norma será sustituida por el actual Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-1996.
NOM-056-ECOL-1993	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos
NOM-057-ECOL-1993	Establece los requisitos que deben de observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos
NOM-058-ECOL-1993	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos. Conviene mencionar que esta NOM, actualmente se halla en revisión y en vías de incluirse en la NOM 056-ECOL-1993
NOM-087-ECOL-1993	Establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológicos-infecciosos que se generan en establecimientos que prestan atención médica.

Tabla 4.4

Funciones del INE y la PROFEPA

Es importante mencionar que en la Ley General de Salud se identifican las disposiciones relacionadas con el servicio público de limpia que promueve y apoya el saneamiento básico y se establecen las medidas tendientes a la protección de la salud humana para aumentar la calidad de vida. Consta con un control sanitario que se refiere a las actividades realizadas en los establecimientos de servicio al público y en los productos que llegan a los consumidores. Por último norma el grado de riesgo sanitario que pueden presentar estos productos y servicios, autorizando en materia sanitaria tanto la exportación como la importación de residuos, desechos y subproductos.

En las tablas 3.3 y 3.4 se muestran las dos dependencias gubernamentales más importantes en materia ambiental, el INE se encarga de establecer las políticas ecológicas del país dando los criterios ambientales, creando normas y otorgando los permisos correspondientes. También se encarga de evaluar el impacto ambiental que se produce en las zonas donde se instalarán los rellenos sanitarios.

La PROFEPA es el órgano de vigilancia, establece límites y crea las normas para el control y seguridad del ambiente. Así como establece los procedimientos para la instalación y operación de sistemas de recolección, almacenamiento, rehúso, tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos peligrosos de **origen industrial**.

Funciones del Instituto Nacional de Ecología (INE)

Formular y conducir la política ecológica
 Establecer normas y criterios ecológicos
 Conducir la planeación ecológica
 Realizar el ordenamiento ecológico general
 El aprovechamiento de los recursos naturales
 Otorgar Autorizaciones sobre residuos peligrosos
 Evaluar el impacto ambiental

Tabla 4.5

**Funciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
(PROFEPA)**

Establece mecanismos y procedimientos para emitir y publicar los listados de residuos peligrosos

Establece mecanismos y procedimientos para expedir las Normas Oficiales Mexicanas y establecer los procedimientos para el manejo de residuos peligrosos

Define procedimientos para la instalación y operación de sistemas de recolección, almacenamiento, rehúso, tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos.

Establece las medidas de control y seguridad

Tipifica sanciones.

Tabla 4.6

La legislación mexicana divide equivocadamente a los residuos para su manejo, por un lado la LGEEPA contempla los residuos sólidos dando por hecho que los residuos generados en las ciudades son residuos no peligrosos delegando cualquier responsabilidad a los estados o municipios tipificando que los Residuos Sólidos deben de disponerse en rellenos sanitarios. Estos lineamientos se retoman hasta llegar a los reglamentos de limpia en donde no se contempla que dentro de los residuos sólidos se encuentran contaminantes que son un peligro ambiental.

Mientras el Reglamento de limpia del Distrito Federal da por hecho que los residuos sólidos que se recolectan en la ciudad son no peligrosos y aunque contempla a los residuos hospitalarios como peligrosos no toma en cuenta toda la gama de desechos que salen de las casas-habitación, oficinas, comercios, etc., no hay otro órgano que se encargue del control de los RPD. Y aun así retomando los comentarios hechos en el libro "Los Demonios del Consumo" hay residuos biológico-infecciosos que se generan en laboratorios, clínicas, sanatorios y hospitales que no tienen un control y son desechados al drenaje o a los contenedores de residuos sólidos municipales.

En el reglamento de servicio de limpia se deslinda de responsabilidades con respecto al manejo de residuos peligrosos al aplicar solo las normas para residuos no peligrosos, queda constatado en el artículo 5°, fracción II.

Por último cabe señalar que en el Capítulo II, artículo 14, considera que en ningún caso el servicio de limpia recolectará residuos peligrosos, reafirmando la idea que de que esto se refiere a los residuos industriales y no a los residuos sólidos con características peligrosas.

El segundo grupo es en donde se toma como residuos peligrosos solo a los generados en la industria. En este caso se tiene mas cuidado en las normas, reglamentos y lineamientos a seguir teniendo un control a nivel federal y estatal de las industrias generadoras de residuos peligrosos. La LGEEPA se refiere en todo momento a la regulación y control de las actividades riesgo y que el manejo, disposición y los problemas ambientales que se presenten serán responsabilidad de los generados, refiriéndose a la industria ya que es la única con capacidad además del gobierno de resolver estos problemas.

En Reglamento de Residuos Peligrosos esa enfocado a la industria, como se muestra en el cuadro 3.2 se dedica a dar los lineamientos, procedimiento, manejo y disposición final de los residuos peligrosos para las industrias generadoras. Esto deja fuera a los residuos que genera cualquier otro tipo de actividad humana.

El principal objetivo de explicar la legislación ambiental es para evidenciar el hecho de que no se contemplan los RPD en las leyes mexicanas haciendo que la gestión de residuos sólidos sea inadecuada, provocando así una mayor contaminación, la carencia de estudios serios sobre el tema y la preocupante acumulación de materiales riegosos a la salud en el planeta.

Es necesario que las autoridades abran foros de discusión en donde se invite a toda la comunidad y que de ahí emane una legislación propia de nuestro caso. Las soluciones no deben ser solo pasajeras, sino deben de prever los futuros problemas con el ambiente. Es lamentable que con todas las imprecisiones que la ley actual tiene, todavía encontremos problemas al aplicar las leyes, ya sea por negligencia, corrupción, o ignorancia.

CAPÍTULO V

LOS RESIDUOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA

Ciudad Universitaria contaba en 1998 con una superficie cercana a los 7,000 km². Cuenta con instalaciones deportivas, institutos, museos, salas de cine, teatros, salas de conciertos, cuenta con su propia tienda de autoservicio, centro medico, e incluso hay una zona en la que habitan trabajadores e investigadores universitarios. El campus tiene una reserva ecológica única en su tipo que abarca más de 1.6 Km² y aproximadamente 43 Km. de caminos viales. La UNAM es el centro educativo y de investigación más grande en América Latina, por esto en una comunidad en donde se realizan una gran gama de actividades, también genera grandes volúmenes de desechos. Se estima que cada persona genera 200g/día de RS aproximadamente. Así es como el desarrollo cultural, tecnológico y económico se refleja directamente en esta universidad, lleva consigo los avances y retrasos que el país sufre.

5.1 El Campus Universitario

La Comunidad Universitaria

La población en general en la Universidad en promedio es siempre la misma, tanto con los estudiantes como con los académicos y trabajadores. La comunidad universitaria está distribuida de acuerdo a la actividad que realiza, así encontramos personal académico, administrativo, auxiliar, etc.

Personal Académico

La planta docente tiene un total de 29,279 personas físicas, lo que quiere decir que 6,712 son plazas ocupadas por las mismas personas.

Comunidad Académica		
<i>Tipo de nombramiento</i>	<i>Nombramientos</i>	<i>Personas Físicas</i>
Ayudantes de Profesor	3,860	3,840
Profesores de Asignatura	22,965	20,217
Profesores de Carrera	4,891	4,890
Investigadores	1,929	1,929
Técnicos Académicos en Docencia	1,290	1,286
Técnicos Académicos en Investigación	1,667	1,667
T o t a l	36,602	29,890

Tabla 5.3

Fuente: Agenda Estadística 1997, UNAM.

Población Escolar

La comunidad esta conformada en su mayoría, por la currícula de estudiantes de 268615, que es sin duda la razón de ser de la universidad. Se reparten en las facultades y escuelas de estudio escolarizado y abierto, cabe recalcar que aquí damos datos de toda la universidad, pero en la tabla 5.2 están contempladas las dependencias que en el trabajo de investigación manejamos.

Comunidad Estudiantil			
<i>Dependencia</i>	<i>Primer Ingreso</i>	<i>Reingreso</i>	<i>Total</i>
Propedéutico de la Escuela Nacional de Música	407	527	934
Bachillerato	33,844	72,069	105,913
Iniciación Universitaria	491	1,008	1,499
Escuela Nacional Preparatoria	15,204	33,116	48,320
Colegio de Ciencias y Humanidades	18,149	37,945	56,094
Técnico (enfermería)	1,456	2,182	3,638
Sistema Escolarizado	992	1,774	2,766
Sistema de Universidad Abierta	464	408	872
Técnico Profesional (música)	2	1	3
Licenciatura	31,742	109,894	141,636
Sistema Escolarizado	30,017	106,354	136,371
Sistema de Universidad Abierta	1,725	3,540	5,265
Posgrado	6,595	9,896	16,491
Sistema Escolarizado	6,378	9,877	16,255
Sistema de Universidad Abierta	217	19	236
T o t a l	74,046	194,569	268,615

Tabla 5.2

Fuente: Agenda Estadística 1997, UNAM.

Personal Trabajador

Hay un total de 27,477 nombramientos, entre las personas contratadas de base, confianza y por honorarios., desglosados como se muestra en la siguiente tabla

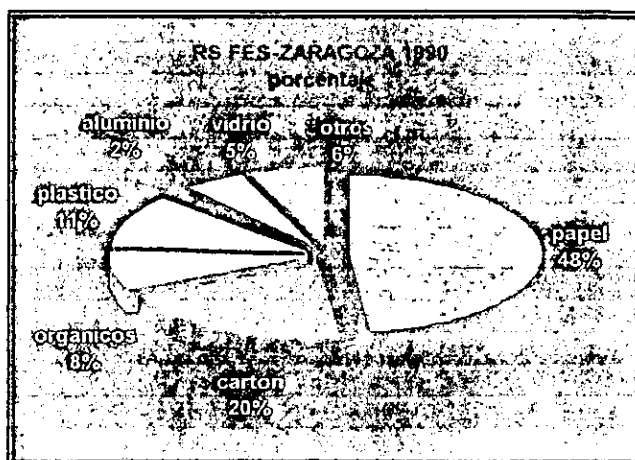
Nombramientos	Personas
De Base	23,113
De Confianza	3,428
Por Honorarios	836
Total	27,477

Tabla 5.1

Fuente: Agenda Estadística 1997, UNAM.

5.2 El que hacer universitario en el MRS

La Universidad desde principios de los años noventa, se ha dado a la tarea de proponer soluciones al problema que representa el manejo de residuos sólidos (MRS), realizando estudios cuantitativos y cualitativos de los desperdicios que se generan en C.U. y en algunos otros centros educativos de la UNAM. Ha llegado incluso a intentar implementar un programa de separación de basura en la fuente generadora, que por razones particulares no ha funcionado del todo bien.



Composición de los RS en la zona escolar de Ciudad Universitaria 1996

Gráfico 5.1

Aún así con los problemas propios de los estudios y sus soluciones, la UNAM ha logrado éxitos. Como ejemplo tenemos la FES Zaragoza que en 1990 tenía una composición de Residuos Sólidos Reciclables con un 48% de residuos de papel, 8% de orgánicos, 20% de cartón, 11% de plástico, 2% de aluminio, 5% de vidrio y 6% de otros. Se implementó un programa de recuperación de RS y posteriormente el de manejo integral de los RS. Logrando los siguientes resultados sorprendentes en 1997 de: 29% de residuos varios, 15% farmacéuticos y 15% sanitarios, 14% de vidrio, 11% papel, 10% plástico, 5% orgánicos y 1% fierro, de una forma más identificada; además de una recuperación de hasta un 63% del papel desechado y 12% fierro, 24% vidrio, 1% plástico.

Los resultados indican que es posible lograr avances importantes si se cuenta con la participación de todos los sectores de la comunidad, pero también hay que considerar que las diferentes comunidades deben de encontrar salida a sus propios problemas sin que esto signifique que no se puedan llegar a soluciones similares a los conflictos con el MRS en las escuelas y dependencias universitarias.

En la Facultad de Ingeniería de la UNAM se revisó en 1997 los RS generados en el Campus universitario, con el fin de perfeccionar el programa diseñado en el año 1993. Las mejoras consistían en recuperar los RS de valor comercial reciclarlos y obtener así ganancias, minimizando el volumen de los residuos sólidos y contribuyendo a la solución del MRS.

Para dar una solución a uno de los problemas que incrementaba a gran escala año con año, el MRS, la Universidad cuenta con un sistema de recolección de basura en el que se trazan 6 rutas que contemplan: el circuito exterior, el circuito interior, el circuito escolar, estadio olímpico junto con la reserva ecológica, circuito de la investigación científica y el centro cultural. Para este trabajo se tiene el servicio de limpia cuenta con equipos modernos y antiguo, es decir, camiones de volteo común, camiones tipo cilindro con capacidad de 12 m³, cilindro con capacidad de 15m³ y camiones compactadores de carga trasera automatizados. Además cuenta con 3 máquinas barredoras, alrededor de 200 contenedores plásticos y 40 metálicos. Se realizan 2 rondas obligatorias al día; la primera comienza a las 5 o 6 AM y la segunda en las rutas de mayor demanda a las 3 PM. La recolección no siempre se realiza conforme a lo programado, los operadores a base de la experiencia adquirida estiman los días de recolección que en muchos de los casos no corresponde con lo establecido. Existe además la separación informal de los RS de valor comercial, es decir, la pepena.

En la imagen 5.1 mostramos el mapa de ciudad universitaria con el fin de ubicar como es que están distribuidos los espacios en el campus universitario, comprendido tres zonas principales; la zona escolar, la zona de institutos y el centro cultural, aunque la universidad a crecido e los últimos diez años a tal magnitud que es difícil ubicar una zona como exclusiva de alguna actividad académica, de investigación o difusión de la cultura solamente. En el mapa se muestran las diferente rutas por las que circulan los coches y los camiones de limpia. E n algunos de los casos los caminos recolectores tienen que desviarse de estas rutas o entrar a explanadas o vías diseñadas para transitar a pie, esto se debe a que en un principio estos eran los depósitos de residuos de las dependencias, pero al pasar de los años se han construido nuevos edificios que de alguna forma aísla el paso de automóviles a ciertas zonas, pero que en el caso de los camiones recolectores tienen que cruzar forzosamente.

Una de las estrategias para combatir el problema del manejo inadecuado de los RS fue el realizar el Programa de Mejoramiento Ecológico del Campus Universitario, donde representantes de: la dirección general de Obras y Servicios Generales (DGOSG), el Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA), el departamento de barrido, el departamento de viveros y forestación, el departamento de transporte y M.A.S.D.A. proyectos y diseño.

El programa implantó la separación y reciclado de residuos, así como la disposición final de los residuos terminales; todo con el objetivo de realizar el correcto MRS generados en el Campus. En este programa participaron en la separación de los RS mas de 35 dependencias (facultades e institutos) de la UNAM, logrando recuperar una cantidad cada vez mayor de papel principalmente, se comenzó en el año de 1994 con 51 ton que para 1997 superaban las 188 ton.

5.3 Mapa de Ciudad universitaria

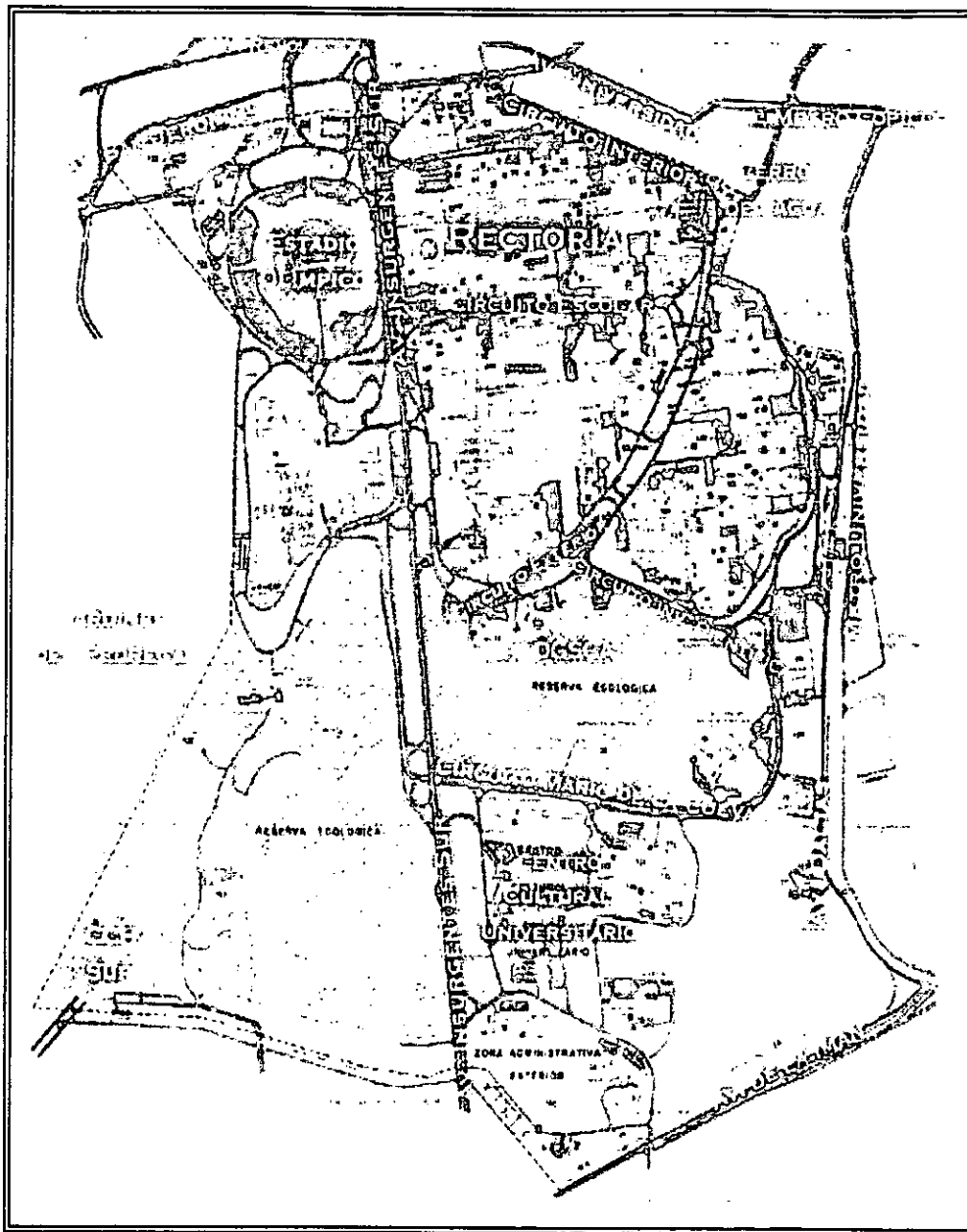


Imagen 5.1

El reciclado del papel en C.U. es una actividad que se realiza formal e informalmente. Podemos encontrar a los pepenadores dentro de las artesas o contenedores buscando y ordenando el papel de desecho. Dentro de las oficinas y centros de trabajo los empleados recopilan y venden el papel que ahí se genera como una actividad extra para obtener dividendos. Y por ultimo los programas impulsados por la institución buscan resolver de alguna manera los problemas de desperdicio de recursos que conllevan los Residuos Sólidos. El programa realizado por la UNAM no solo comprendía al papel, si no también a residuos como el vidrio o el metal de las latas, pero hasta el momento no han tenido el éxito que se obtuvo con el manejo de papel.

Estos avances han sido importantes pero no han dado la solución definitiva al problema de los RS, en este caso existió buena disposición por parte de autoridades, pero faltó información, educación y un seguimiento más estricto con la cooperación de toda la comunidad universitaria; provocando al final de cuentas un programa deficiente, donde las metas planteadas no se alcanzaron.

El programa fue muy cuestionado al grado de buscar indicadores en la comunidad acerca del proyecto. Para lo que se realizó una encuesta en 1997 sobre el desempeño del programa de clasificación y recolección de residuos sólidos. Los resultados obtenidos de 63 encuestas fueron: regular 30%, deficiente 28%, nulo 19%, bueno 18%, excelente 5%. La encuesta realizada en 13 dependencias nos explica como ven los universitarios el programa implantado y que tanta confianza le tienen, los porcentajes nos dejan afirmar que la mayoría de las personas percibe irregularidades que derivaron seguramente en la poca participación de la comunidad.

Actualmente este programa ha perdido interés y se espera que se realice un estudio mayor para modificar o aplicar un sistema integral de manejo de residuos sólidos. El programa que opera actualmente pretende realizar la separación de basura en la fuente por medio de contenedores claramente identificados para cada tipo de residuo como son: papel, metales, plástico, orgánicos y otros. Entre las deficiencias que se observaron, se identificó que los contenedores están mal diseñados, en ubicaciones poco accesibles para todo el público, sin la señalización adecuada y con irregularidades en el servicio de limpieza. Por último nos gustaría señalar que en la mayoría de los casos los residuos eran colocados en los contenedores correspondientes pero en el proceso de traslado se mezclaban sin respeto a los generadores que se preocupaban por separar y clasificar los residuos.

Algunos de los estudios realizados en C.U. por el PUMA en 1996 dieron como resultados la composición de los RS, que se muestran en la tabla 2.4. En general los porcentajes de la composición de RS en la zona escolar de Ciudad Universitaria, para 1996, comprenden una gran cantidad de material reciclable (papel, metal, etc.), como se muestra en la siguiente gráfica, quedando aun así datos no aclarados en su totalidad cuando se habla de un 52% de "otros":

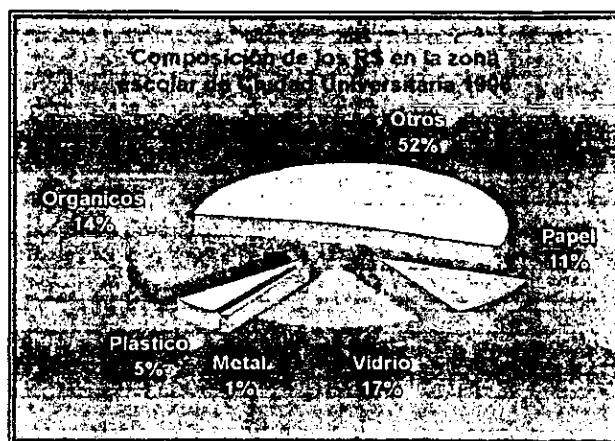


Grafico 5.2

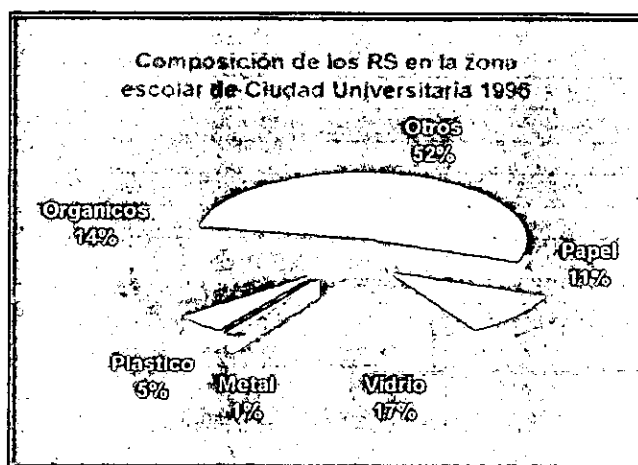
Generación de los RS en Ciudad Universitaria						
<i>Dependencia.</i>	<i>Papel (kg)</i>	<i>Vidrio (kg)</i>	<i>Plástico (kg)</i>	<i>Metal (kg)</i>	<i>Orgánicos (kg)</i>	<i>Otros (kg)</i>
Alberca	4.20	17.35	6.45	1.15	122.07	142.48
Biomédicas	10.60	55.80	11.25	2.75	9.67	141.36
CELE	9.50	47.25	9.75	6.30	244.56	65.78
C. Políticas	37.15	19.45	12.60	0.80	10.40	67.15
Ciencias	188.10	110.45	16.50	2.00	57.56	145.45
Contaduría	13.75	43.40	7.75	0.40	27.32	71.78
DGOSG	51.15	6.70	5.35	0.50	22.36	63.45
Derecho	14.55	55.45	7.80	1.65	33.50	109.35
Economía	32.30	49.75	11.10	1.60	15.32	1445.38
Filosofía	39.00	31.80	6.90	1.30	58.40	82.00
I. Fisiología	16.90	11.75	3.75	0.95	31.20	56.30
Geografía	9.85	30.30	5.80	1.90	1.35	129.70
Gimnasio	13.50	30.45	17.35	2.50	1.60	172.52
IMAS	11.50	29.40	17.39	3.885	8.60	120.65
I. Materiales	24.70	19.65	6.00	3.40	16.54	137.26
Odontología	9.85	38.25	9.25	0.60	66.05	147.52
Dir. De personal	45.70	21.55	7.55	0.25	26.35	73.95
Rectoría	29.80	20.10	8.75	1.55	1.01	44.54
SUA	23.55	6.70	7.65	0.75	7.70	47.30
Trabajo Social	11.95	31.45	11.30	1.60	0.00	101.90
Veterinaria	24.95	39.20	6.60	0.95	28.70	123.70

Tabla 5.4

Fuente: "Reducción y Reciclaje", Simón González. PUMA, UNAM, México 1996

Es evidente que los trabajos realizados no son representativos de todas las dependencias de la universidad, además de arrojar resultados limitados, muy probablemente no se tiene una visión completa e integral de la situación de los RS, desconociendo la existencia de los residuos peligrosos ahí mezclados. Para ello es necesario establecer previamente un plan de trabajo que establezca objetivos claros e identifique los puntos importantes de muestreo y las técnicas más adecuadas para el estudio a realizar; además se debe desarrollar un programa multidisciplinario con las escuelas, facultades e instancias involucradas directamente, que nos lleve a la identificación de los principales problemas y por tanto a una solución definitiva.

En general los porcentajes de la composición de RS en la zona escolar de la Ciudad Universitaria, para 1996, comprenden una gran cantidad de material reciclable (papel, metal, etc.), como se muestra en la siguiente gráfica, quedando aun así datos no aclarados en su totalidad cuando se habla de un 52% de "otros":



5.4 Los problemas de RPD en C.U.

La situación que viven las ciudades es la misma que sufre la UNAM con respecto a los RS. El manejo de materiales de desecho se reduce prácticamente a la pepena, es decir, la separación de los residuos sólidos por personas que viven de la venta de los desechos reciclables de valor comercial: Esta practica es común, tanto así que en el Campus Universitario se encuentran familias completas que acuden a las artesas y contenedores de los patios y jardines universitarios en busca de material de desecho. Los pepenadores voltean los recipientes de RS identificando y separando los materiales valiosos, exponiéndose directamente a los contaminantes. Como ya lo hemos mencionado, los residuos pueden incluso pertenecer a la clasificación de Residuos Peligrosos y provocar un accidente para sí mismos y para la comunidad entera. Los residuos peligrosos que contienen los residuos sólidos llegan a hacer una mezcla que es de alto riesgo que puede provocar un accidente o una infección sobre todo en las personas que se dedican al negocio de la pepena, pero la población en general no queda exenta de los riesgos de estas malas practicas en el manejo de residuos.

Si hablamos tan solo de los residuos biológico-infecciosos que pueden contener los RS y los problemas que causan, nos daremos una idea de la magnitud del riesgo al que estamos expuestos, añadiendo residuos que pertenezcan a las otras cuatro clasificaciones según la norma de peligrosos (CRETIB) sabremos que esto no puede seguir ignorándose.

El riesgo potencial que representa lo antes expuesto nos lleva a plantear soluciones adecuadas. El estudio que presentamos debe servir como base en el conocimiento de la situación de los residuos sólidos. La caracterización de los residuos peligrosos que se contienen en los residuos sólidos de C.U. pretende hacer notar a las autoridades y a la comunidad la magnitud del problema y la gran importancia que representa contar con un sistema para el manejo adecuado de los RPD's en las dependencias del Campus Universitario.

Dentro de los institutos y centros de investigación en la universidad, se utilizan materiales que por sus características pueden llegar a ser peligrosos para el ambiente y la comunidad universitaria. Estos materiales en un momento dado pueden ir a parar a los tiradores de basura y provocar problemas de contaminación, intoxicaciones, lesiones, etc.

En Ciudad Universitaria se ha hecho un solo trabajo sobre Residuos Peligrosos dentro de los Residuos Sólidos (1992), se revisó en forma visual únicamente cada dependencia de la universidad. Este trabajo pretende ir mas allá haciendo la caracterización de los RPD's que se encuentran en los Residuos Sólidos.

La caracterización de los residuos se realizó en forma general tomando tres grandes grupos:

- a) Los residuos municipales, que se refiere a todos los desechos de tipo domestico como los restos de comida, papel, material de empaque, padecería de materiales de construcción y reparación
- b) Los residuos industriales, que son el plástico, películas fotográficas, latas, vidrio, trapos, recipientes de aceites y lubricantes, guantes y mascarillas medicas, etc.
- c) Los residuos peligrosos que comprenden aserrín de cama de animales, de experimentación y reproducción, etc.

Esta clasificación de acuerdo a los criterios y definiciones que se tienen actualmente deja mucho que desear. Solo se da una caracterización de tres tipos de residuos en donde muchos de los residuos que se consideran actualmente como residuos peligrosos no son contemplados y se incluyen en los residuos municipales. Los residuos industriales se refiere a los que se pueden reaprovechar de alguna forma. Pero en general esta forma de clasificar los residuos, ya no corresponde a la forma en la que se ven los residuos en este tiempo, en donde se tiene mas conciencia de los recursos perdidos en los residuos sólidos y los daños ambientales que pueden causar algunos productos y sus residuos.

**Clasificación de riesgo en las dependencias de acuerdo
al contenido de residuos peligrosos en sus artesas**

<i>Clasificación de la artesa</i>	<i>Facultad o instituto al que pertenece</i>	<i>Porcentaje</i>
Artesas de alto riesgo	Química	12.5%
	Biomédicas(2)	
	Medicina(2)	
	Odontología	
	Veterinaria	
	Limnología y Ciencias del mar	
	Fisiología Celular	
	Ciencias Clínicas	
	Filosofía y Letras	
	Odontología(2)	
Artesas de riesgo moderado	Medicina	17%
	Química(2)	
	Física	
	Antropología	
	Dirección General de Computo Académico	
	Hemeroteca Nacional	
	Taller Mecánico	
	Facultad de Odontología	
Artesas sin riesgo	62	71.6%
Artesas no localizadas	4	4.5%
Total de artesas	88	100%

Tabla 5.5

Fuente: Viguera Cortes Juan M., Evaluación Preliminar de la generación de residuos peligrosos mezclados en los residuos sólidos en Ciudad Universitaria, 1992 UNAM.

CAPÍTULO VI

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS EN CIUDAD UNIVERSITARIA

6.1 Planteamiento del problema.

La UNAM como uno de los centros de educación e investigación más importantes de América Latina y el mundo realiza actividades de distinta índole, entre los trabajos realizados, esta la experimentación con animales, los cultivos microbiológicos, investigaciones fisiológicas, nucleares, químicas, etc. De aquí que se utilicen sustancias y/o materiales que son o pueden llegar a ser peligrosos por su naturaleza. Como en cualquier actividad humana o proceso, en la Universidad se genera una cantidad considerable de residuos, por lo que se debe tener un manejo y disposición adecuados previniendo así accidentes y aminorando los riesgos que conllevan.

Como lo habíamos planteado en el capítulo anterior un RPD es cualquier residuo de tipo comercial que contenga en su formulación sustancias o materiales que por si solos son peligrosos y todos aquellos residuos que al combinarse producen una mezcla de características peligrosas.

También en Ciudad Universitaria (C.U), existen residuos peligrosos que son desechados en combinación con los RS de las dependencias. Son recolectados por el servicio de limpia local que se encarga de transferirlos al servicio del D.F. sin tener conocimiento de ello, creando riesgos mayores para los trabajadores de limpia y las comunidades que puedan llegar a tener contacto con estos “Residuos Sólidos”.

En los anteriores capítulos identificamos el problema que resulta del manejo inadecuado de los RPD en diversas comunidades, que también puede suceder en el caso de instituciones dedicadas a la enseñanza e investigación como la UNAM.

Dentro de la sociedad mexicana hay un sector de la población que se dedica a los trabajos considerados como informales. Uno de estos trabajos es la recolección de los residuos sólidos que tienen un valor comercial por su reciclado y/o reuso. Generalmente son personas de escasos recursos que convierten esto en su forma de vida. Así como los trabajadores de limpia, los pepenadores se exponen a los mismos problemas y riesgos.

En Ciudad Universitaria hay familias completas distribuidas en todo la extensión del campus que manejan los RS sin ninguna protección ni conciencia del riesgo al que están expuestos, pudiendo crear conflictos si llegaran a tener un accidente o problemas de salud.

Es necesario realizar una investigación integral dentro de la Universidad que revele la situación real que existe en el manejo, tratamiento, separación, transferencia y disposición final de los residuos; así como la identificación del tipo de residuo y sus características de riesgo y peligrosidad. También es importante establecer la cantidad de RPD con respecto al total de RS generados, para establecer un plan de acción que resuelva los problemas surgidos de esto y las necesidades de la comunidad que no han sido cubiertas (por la actual estrategia en materia de gestión de residuos).

6.2 Objetivos:

Como se estableció en la introducción, este trabajo pretende realizar un registro que sienta las bases de un mecanismo de caracterización y cuantificación de los residuos denominados RPD's, mediante la investigación bibliográfica y de campo que permitan obtener la información necesaria para caracterizarlos. Los residuos encontrados se analizarán respecto a su peligrosidad y riesgo potencial; así como se hará un análisis del sistema de limpia.

Se Implantara un programa piloto para la "Caracterización de los Residuos Peligrosos Domésticos contenidos en los Residuos Sólidos de Ciudad Universitaria".

Se ubicará la situación nacional e internacional de los residuos sólidos, contemplando dentro de ellos los de carácter reciclable o reusable, y los residuos peligrosos que pueden contener; todo con el fin de conocer la índole del problema de los Residuos Peligrosos Domésticos.

Finalmente se realizarán recomendaciones pertinentes al caso particular Campus Universitario. de la UNAM.

6.3 Planeación del proyecto

El Programa piloto para la "Caracterización de los Residuos Peligrosos Domésticos contenidos en los Residuos Sólidos de Ciudad Universitaria". Consistió de siete etapas para su funcionamiento. En la "estructuración del proyecto" se realizó un estudio de viabilidad, fijando el material humano para iniciar el trabajo. Fue necesario el establecimiento de "Criterios de evaluación", "Diseño de hojas de trabajo", "equipo y personal de soporte" que el proyecto requería. Por último se realizó un periodo de experimentación en campo para identificar fallas y contratiempos. Realizando las "Consideraciones y replanteamiento" del procedimiento de muestreo, que llevo al final de cuentas al perfeccionamiento del programa.

La planeación de este proyecto se realizó en la Unidad de Gestión Ambiental de la Facultad de Química, consultando trabajos realizados con anterioridad respecto a los RS y RPD's.

Se encontraron trabajos realizados en diferentes partes del mundo como Brasil, Venezuela, Japón, E.U.A., Alemania. En México se encontraron pocos Trabajos reportados, como los de Guadalajara y el DF.

Se solicitó la colaboración del servicio de limpia y de recolección especializada pertenecientes a la coordinación de servicios generales de la Dirección General de Obras, del PUMA y del

Programa de Reciclaje de C.U. Las dependencias antes citadas fueron de gran ayuda facilitando información tanto de la gestión de RS, como de trabajos.

6.4 Diseño de Rutas

De común acuerdo con las instancias antes citadas, se determinaron las dependencias con actividades que pudieran propiciar un problema de mal manejo de RPD y las rutas a seguir para la inspección de los residuos. Finalmente se elaboró un listado de las fuentes generadoras de RPD de mayor riesgo.

La ubicación geográfica de las dependencias nos llevaron a diseñar cuatro rutas que nos permitieran realizar un muestreo adecuado. Así las dependencias elegidas entre facultades, institutos de investigación y oficinas se presentan en la tabla 5.1.

Dependencias Seleccionadas como fuentes generadoras de RPD de mayor riesgo	
<i>Ruta</i>	<i>Dependencia</i>
1	Facultad de Medicina Medicina Anfiteatro Inst. de Inv. Biomédicas Facultad de Odontología Torre de Humanidades II Facultad de Química
2	CELE Facultad de Arquitectura Facultad de Psicología Gasolinera CU
3	Inst. de Fisiología Celular Inst. de Química Inst. de Geografía Inst. de Geología Inst. de Astronomía Inst. de Física Inst. de Materiales
4	Inst. de Ecología Centro Médico Posg. Odontología

Tabla 6.1

En el caso de algunas facultades que tienen más de un depósito de RS se decidió inspeccionar aquellos con RPD. Tales dependencias fueron: Facultad de Medicina (anfiteatro y depósito posterior), Instituto de Investigaciones Biomédicas (deposición interna y externa) y Facultad Química (artesa y tiendas).

Por último realizamos una inspección visual en todas las dependencias de Ciudad Universitaria para verificar que el análisis fuera el correcto en cuanto a los centros de generación de RPD's.

Mapa de Rutas

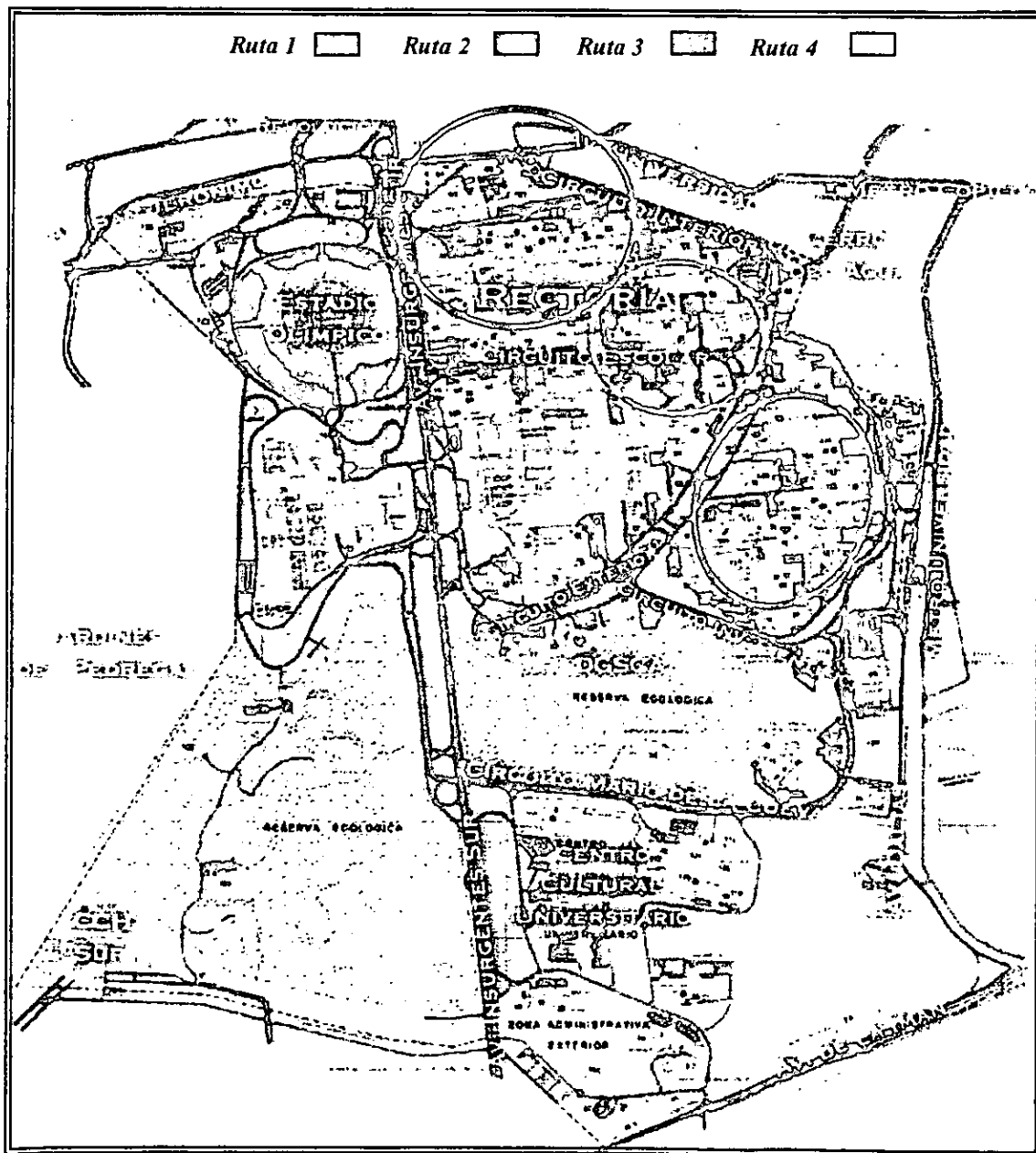


Imagen 6.1

6.5 Criterios de Evaluación

Los criterios para el procedimiento de muestreo se determinaron de acuerdo a la Obibliografía consultada y a la experiencia de las personas que colaboraron en la realización de este trabajo, obteniendo los siguientes lineamientos:

- 1 La evaluación de las dependencias se hizo de acuerdo al tipo de actividad que realizan.
- 2 Por cuestiones operativas del sistema de limpia la caracterización se hizo en los lugares de origen
- 3 Se considero que los recipientes de productos comerciales, así como de sustancias y materiales peligrosos se clasificarían también como RPD
- 4 Clasificar los RPD's de acuerdo al criterio CRETIB de la legislación mexicana vigente.
- 5 Clasificar los RS de valor comercial para su reuso y/o reciclaje⁸
- 6 Tomar como parámetro de medida y comparación el peso en gramos y volumen de los RPD
- 7 Diferenciar los RS y RPD generados en la propia universidad de los provenientes de hogares cercanos al campus
- 8 Planeación del tiempo de inspección, muestreo y realización del trabajo final mediante de un diagrama de Gantt
- 9 Realizar un muestreo representativo que arrojara datos acerca del estado actual de los RPD en C.U.

⁸ Alameda Country, Waste Management Authority, Recycling Guide, E.U.A, 1996

6.6 Diseño de Tabla de RPD's y RSR más comunes

Con la experiencia que se tiene en la gestión de Residuos Sólidos Reciclables en Ciudad Universitaria y la revisión de la bibliografía especializada llegamos a la lista de materiales reciclables que a continuación mostramos

Materiales reciclables más comunes	
<i>Nombre genérico</i>	<i>Material específico</i>
Papel y sus derivados	Periódico Papel Blanco Envases de Leche Cajas de cereal Directorios telefónicos Cartón
Vidrio	Botella Envases y recipiente Cristales
Metal	Latas de aerosol Latas de aluminio Herrería de aluminio y fiero Utensilios de aluminio Laminas de aluminio
Plástico	PET HDPE (natural y de color)
Misceláneos	Pinturas Aceites de motor Madera

Tabla 6.2

Lista de materiales reciclables.

Se diseñó una tabla con los RPD's, que de acuerdo a la bibliografía consultada, son desechos que comúnmente son encontrados dentro de los contenedores y artesas de las dependencias seleccionadas. En la tabla 6.3 mostramos se hace una síntesis de los residuos incluidos en las relaciones para la identificación en campo.

Lista de RPD's típicos	
<i>Característica del residuo</i>	<i>Material</i>
Biológico-infeccioso	Camas de animales de laboratorio (aserrín) Material Quirúrgico y de curación (agujas, sondas, algodones, objetos punzo cortantes, etc.) Material veterinario de curación Material de laboratorio (agujas, cajas petri, tubos de eppendorf, etc)
Explosivos	Balas Cohetes Encendedores Aerosoles Fuegos artificiales
Corrosivos	Amoniaco Acumuladores Blanqueadores Destapa caños Ácidos Limpiadores de hornos Destapa caños Pilas
Tóxicos	Anticongelante Estringina Fertilizantes Líquidos protectores de madera Medicamentos Líquidos para frenos Pegamentos Insecticidas
Reactivos	NaOH HCl H ₂ S Cianuros Sulfuros

Tabla 6.3

6.7 El procedimiento de muestreo preliminar

El procedimiento de muestro a realizar fue diseñado en un principio de la siguiente manera:

- 1) Inspección de cada una de las dependencias seleccionadas durante 5 días hábiles (lunes a viernes)
- 2) Separación de los residuos peligrosos de cada contenedor en bolsas plásticas
- 3) Clasificación y cuantificación de los residuos sólidos reciclables y residuos peligrosos en la fuente
- 4) Etiquetado de las bolsas
- 5) Toma de registros fotográficos
- 6) Realización de una Bitácora
- 7) Reporte y análisis de resultados, en reunión general con los participantes del proyecto, al término de cada una de las rutas
- 8) Cambios necesarios del programa o del procedimiento

6.8 Equipo y personal

En la realización del trabajo se contó con el equipo que se muestra en la tabla siguiente:

Equipo de trabajo	
<i>Requerimientos</i>	<i>Equipo</i>
10/día	Bolsas plásticas de polietileno de 60x90 cm
2/persona	Guantes de acetonitrilo
2/persona	Cubre bocas
1/persona	Bata de algodón
1/persona	Lentes de protección
1/persona	Pala metálica
1	Balanza romana de 1-100 Kg.
-	Hojas de registro de RP
1	Bitácora
1	Plano de ubicación de depósitos de Residuos Sólidos

Tabla 6.4

Se estableció que comenzaríamos los trabajos de muestreo con la colaboración de un operador del sistema de limpia de C.U. para accesoria en campo y remoción de residuos.

6.9 Consideraciones y replanteamiento del procedimiento de muestreo

En el recorrido realizado en la ruta 1 en octubre de 1998, se observó lo siguiente:

No se presentaban los RPD que se habían pensado y que existen normalmente en el depósito de RS de un hogar

El volumen y cantidad de RS reciclables era mayor a lo esperado

Se determinó la viabilidad de utilizar como patrón medida el peso de los residuos y no su volumen, por cuestiones operativas y la precisión de los datos obtenidos.

La cantidad tan grande de personas externas e internas a la universidad que se dedicaban a la recolección y separación de los RS reciclables

Se nos comentó por parte de las personas de la recolección informal, que los residuos eran muy diferentes de acuerdo a la temporada del año.

Estas observaciones nos llevaron a la decisión de hacer una reevaluación acerca del mecanismo de muestreo y la forma de registro, así como los recursos humanos que se necesitaban para el proyecto. Se diseñó por lo tanto un nuevo registro para los RPD y otro para los RS.

Se determinó que la separación en bolsas era inadecuada e inútil debido a que al final de del estudio en cada dependencia tenían que ser devueltas a los contenedores originales y se mezclaban nuevamente con los residuos que ahí se encontraban o los que salían en el resto del día, también pudimos observar que los pepenadores llegaban a romper las bolsas en su búsqueda de materiales o residuos que les fueran reutilizables de alguna forma.

En el manejo de los RSR la carga era muy grande para el tiempo disponible, por lo que consideramos que debíamos contar con la ayuda de dos o en ocasiones tres colaboradores para la separación de los residuos dependiendo de los lugares visitados.

El segundo recorrido realizado fue exclusivamente en la ruta 1 y de una duración de dos días para separar los RPD's de los RS y corroborar así que los datos obtenidos anteriormente eran

representativos cuando menos cualitativamente hablando. Además de poder probar el funcionamiento de los nuevo lineamientos tomado.

6.10 Procedimiento de muestreo

El proceso de retroalimentación de información nos llevo al procedimiento que utilizamos en los subsecuentes recorridos y que a continuación exponemos.

Mecanismo de muestreo :

1- Traslado a los contenedores o artesas de las dependencias correspondientes



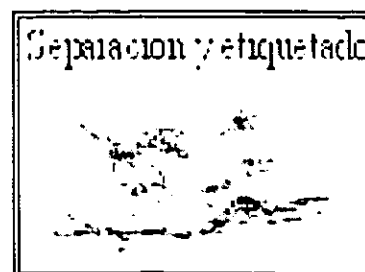
2- Separación en el lugar de los residuos, con la ayuda de tres, cuatro o cinco personas, según los requerimientos.



3- Identificación de los RPD y RSR.



4- Separación y etiquetado en bolsas de los residuos que así lo requirieran.



5- Registro del Residuo.



6- Recolección de los residuos a su lugar original.



Con el procedimiento replanteado tomando en cuenta las observaciones y conclusiones expuestas, se decidió, comenzar los recorridos de nuevo. Esto significa que los datos obtenidos del primer recorrido solo se utilizaron para rediseñar los registro y el mecanismo de muestreo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO								
Unidad de Gestión Ambiental			Cuantificación y caracterización de Residuos					
<i>Residuos Sólidos reciclables</i>								
Numero de Ruta 3					Fecha _____			
DEPENDENCIA	Cartón kg	Blanco kg	Periódico kg	PET kg	HPDE Natural l.g	HPDE Color kg	Aceite kg	Pintura Látex kg
Fisiología Celular								
Química								
Geología								
Geografía								
Astronomía								
Física								
Materiales								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO						
Unidad de Gestión Ambiental			Cuantificación y caracterización de Residuos			
<i>Residuos Sólidos reciclables</i>						
Numero de Ruta 3			Fecha _____			
DEPENDENCIA	Botella kg	Envases y Recipiente kg	Cristal kg	Latas de aluminio kg	Latas de aerosol kg	Otros kg
Fisiología Celular						
Química						
Geología						
Geografía						
Astronomía						
Física						
Materiales						

6.12 Resumen Metodológico

A continuación hacemos un resumen (Tabla 5.3) de la metodología que se siguió en este proyecto a fin de hacer una recapitulación de los pasos desarrollados.

Resumen metodológico empleado	
<i>Actividad</i>	<i>Desarrollo</i>
Identificación de Dependencias generadoras de RP	Inspección de campo en las dependencias Identificación de las dependencias generadoras de RP y RPD Diseño de las rutas de recolección y muestreo de RS
Elaboración del plan de trabajo para la Caracterización de los RP	Implantación de la técnica de separación, clasificación y cuantificación de los RS, RSR y RPD Determinación de los tiempos de muestreo
Muestreo	Cumplimiento de las cuatro etapas Traslado a los contenedores y/o artesas en la dependencia correspondiente
Técnica de muestreo	Separación en el lugar de los RS Identificación de los RSR y RPD Registro de los residuos Recolección y depósito de los residuos en el lugar de origen
Tratamiento estadístico de los datos obtenidos	Manejo estadístico de los datos recolectados Realización de tablas y gráficos
Evaluación	Identificación de patrones de generación de RS y RP Análisis y reconsideración de la técnica utilizada en el muestreo

Tabla 5.3

CAPÍTULO VII

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Generación Semanal de Residuos Sólidos en Ciudad Universitaria

El estudio de la situación de los residuos sólidos en el campus universitario, se realizó durante cinco días hábiles para cada una de las zonas descritas. De esta forma el estudio comenzó en el mes de noviembre de 1998 y terminó en los primeros días de marzo de 1999, contando con cuatro rutas de muestreo que ya fueron descritas en el capítulo anterior. Este trabajo muestra la cantidad y tipo de residuos arrojados a los depósitos en prácticamente todo el año y pretende primordialmente dar una visión más clara y objetiva del alcance de los programas de recolección de residuos sólidos reciclables.

En la tabla 5.1 se muestran los resultados obtenidos de la investigación de campo en Ciudad Universitaria, los residuos sólidos encontrados se agruparon en 12 tipos diferentes y los datos obtenidos se expresan en kilogramos por semana, de acuerdo a la cantidad registrada en cada dependencia durante 5 días hábiles (lunes a viernes).

El muestreo se realizó en 19 dependencias de ciudad universitaria, que constaban de 24 artesas donde son depositados diariamente los residuos sólidos generados. Como lo veremos más adelante, algunos depósitos se encontraban en lugares comunitarios, lo que dificultaba la identificación de la procedencia del residuo, aunque la mayoría de los depósitos se encontraban aislados, de tal forma que solo una dependencia almacenaba ahí sus residuos. Estos casos eran los más frecuentes con un total de 21 depósitos por lo que es inobjetable la fuente generadora de los residuos encontrados.

Un ejemplo de las dificultades en la identificación de la fuente generadora son los contenedores que se encuentran en las cercanías del CELE, y las instalaciones de Diseño Industrial. Son depósitos que comparten las dos dependencias por lo que es difícil siquiera estimar los porcentajes de contribución de cada una de ellas. En los contenedores se recolectaron restos de maquetas, cartones y envases de pegamentos que probablemente provenían del CELE, pero también recolectamos residuos de papel blanco, unicel y PET que pudieron ser generados en cualquiera de las dos dependencias.

Dentro de los depósitos supervisados podemos ver que el vidrio de botella representó el porcentaje más alto con el 56 % del total de residuos recolectados, seguido del PET con un 17% y del papel blanco con un 13%. Lo que quiere decir que tan solo tres tipos de residuos de un total de doce representan el 86% del total de Residuos Sólidos Reciclables. A primera vista parecería que son los residuos que se encontrarían más frecuentemente dentro de los depósitos de Ciudad universitaria, pero debemos señalar que el vidrio de botella es un caso especial de la temporada de muestreo.

Flujos de Residuos Sólidos encontrados en las dependencias de estudio de C.U. (Noviembre 1998 – Marzo 1999)

Dependencia	Periódico		Papel	Papel	Cartón	Tetrapack	Botella	Latas	Latas	PET	PVC	LDPE	Total
	kg	kg	Carbón	Blanco	kg	kg	kg	aluminio	aerosol	kg	kg	kg	kg
Facultad de Química Artesa	0.250	0.020	3.000	1.500	0.050	70.000	0.000144	0.000	11.500	1.600	2.300	0.010	90.23
Facultad de Química Tiendas	0.000	0.000	2.500	0.850	0.015	12.000	0.000540	0.000	3.600	2.400	1.200	0.110	22.68
Facultad de Medicina Anfiteatro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.000	0.000000	0.000	2.000	0.250	1.100	0.000	12.35
Facultad de Medicina Subestación	0.000	0.000	1.000	0.200	0.000	13.800	0.000198	0.025	2.250	0.280	3.200	0.015	20.77
C.E.L.E.	0.170	0.008	1.600	0.300	0.100	5.500	0.000234	0.000	1.300	0.450	0.080	0.170	9.68
Facultad de Arquitectura	0.400	0.030	2.850	0.900	0.250	9.000	0.000270	0.000	3.000	7.800	1.400	0.400	26.03
Gasolinera de C.U.	0.020	0.000	0.100	0.050	0.020	1.800	0.000090	0.000	0.250	0.030	0.080	0.020	2.37
Facultad de Psicología	0.280	0.070	3.500	0.900	0.200	5.800	0.000270	0.000	5.000	3.000	2.350	0.280	21.38
Torre de Humanidades II	0.450	0.030	6.000	0.700	0.500	30.500	0.000252	0.000	4.500	2.000	1.500	0.450	46.63
Facultad de Odontología	0.500	0.010	4.000	0.350	0.300	8.500	0.000144	0.000	8.500	0.400	1.000	0.500	24.06
Facultad de Química "D" y "E"	0.060	0.015	1.850	0.800	0.300	0.600	0.000144	0.025	3.750	0.310	0.240	0.060	8.01
Facultad de Veterinaria	0.120	0.110	1.680	0.930	0.370	1.030	0.000126	0.000	1.580	0.420	0.360	0.120	6.72
Posgrado de Odontología	0.020	0.000	0.550	0.180	0.100	0.200	0.000090	0.000	0.210	0.035	0.060	0.020	1.38
Servicios Médicos	0.000	0.028	1.730	0.685	0.075	0.300	0.000090	0.000	0.380	0.050	0.020	0.000	3.27
Instituto de Investigaciones Biomédicas Artesa	0.080	0.000	5.500	3.000	0.000	2.700	0.000126	0.000	1.100	0.350	1.200	0.080	14.01
Instituto de Investigaciones Biomédicas Reja in	0.000	0.000	4.000	1.850	0.020	4.200	0.000144	0.000	2.000	0.500	1.000	0.000	13.57
Instituto de Fisiología Celular	0.050	0.010	2.600	1.200	0.370	0.775	0.000216	0.000	1.900	0.800	0.140	0.050	7.90
Instituto de Geología	0.095	0.000	0.470	0.410	0.330	5.000	0.000216	0.025	1.980	0.100	0.070	0.095	8.58
Instituto de Geografía	0.400	0.070	2.020	0.610	1.230	11.150	0.000126	0.000	6.800	1.500	2.800	0.400	26.98
Instituto de Química	0.370	0.070	4.100	3.650	1.300	0.550	0.000378	0.000	4.250	1.565	0.600	0.370	16.83
Instituto de Materiales	0.150	0.040	0.680	0.100	0.180	0.220	0.000162	0.000	0.630	0.070	2.120	0.150	4.34
Instituto de Astronomía	0.085	0.015	1.430	0.080	0.090	2.710	0.000072	0.000	0.660	0.110	0.160	0.085	5.43
Instituto de Física	0.060	0.010	0.530	0.250	0.350	0.850	0.000378	0.000	2.700	0.180	0.210	0.060	5.20
Instituto de Ecología	0.000	0.025	0.920	0.160	0.040	0.220	0.000378	0.000	0.090	0.015	0.010	0.000	1.48
Suma Semanal Total	3.560	0.561	52.610	19.655	6.190	196.405	0.005	0.075	69.930	24.215	23.200	3.445	399.851
Porcentual Total (%)	0.890	0.140	13.157	4.916	1.548	49.120	0.001	0.019	17.489	6.056	5.802	0.862	100.000

Tabla 7.1

El deposito donde se encontró una mayor cantidad de residuos sólidos fue en el denominado "Facultad de Química Artesa" con 90.23 kg de residuos sólidos semanales. Cabe señalar que el deposito se encuentra entre la Facultad de Química y el Instituto de Investigaciones Biomédicas, por lo que es difícil saber la procedencia de los residuos. Otra observación importante es el hecho de que los residuos sólidos encontrados en mayor cantidad fueron los que se clasifican como vidrio de botella.

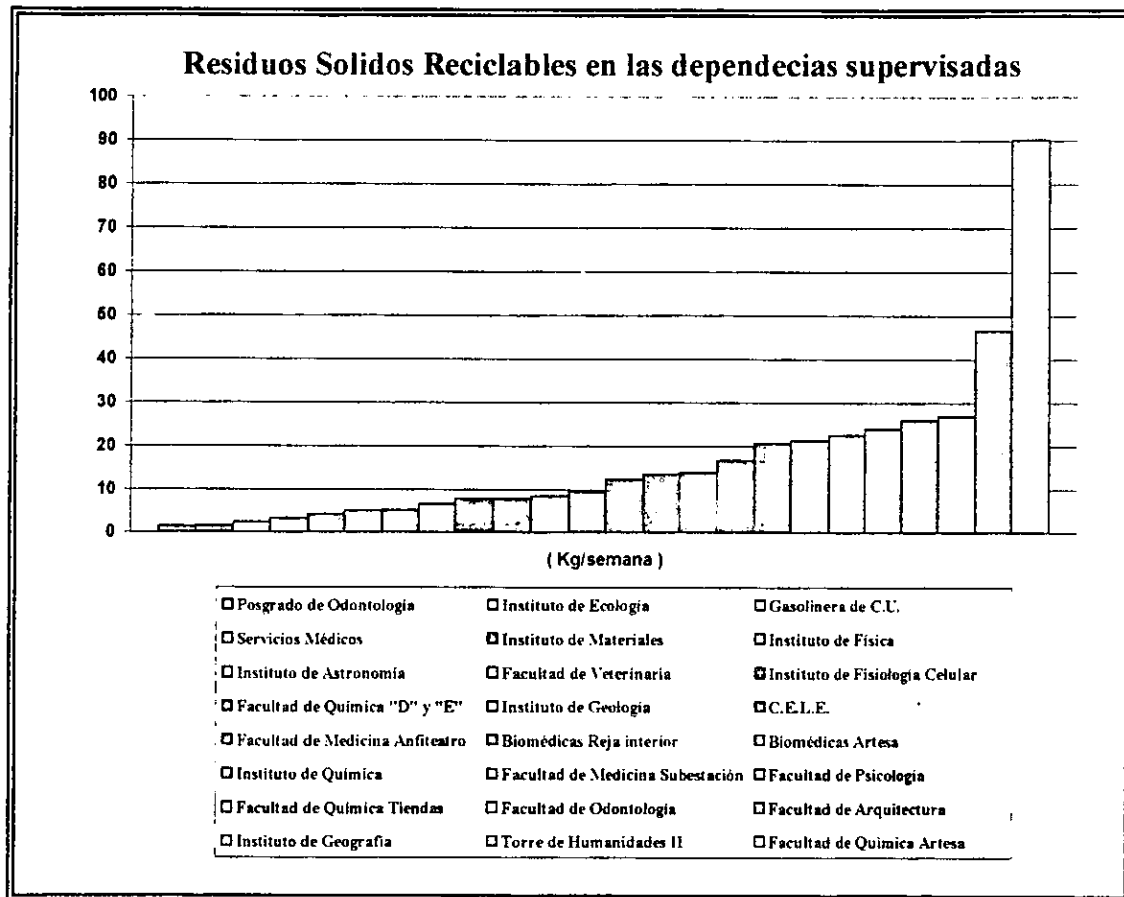


Gráfico 7.1

La investigación de campo fue realizada en el mes de diciembre en donde la proximidad de las vacaciones y las festividades inherentes a la época hicieron que la cantidad de residuos aumentara e influyo en los flujos recolectados de residuos sólidos semanales. Si analizamos los datos podremos ver una diferencia muy marcada con respecto a la generación de residuos en la artesa cercana a la Facultad de Química y las demás dependencias, que como ya lo habíamos dicho antes se debe a los flujos de vidrio de botella generados. La artesa encontrada cerca de la Torre II de Humanidades presento 46.63 kg/semana y con una fluctuación entre 20 y 26 kg están las facultades de Odontología, Arquitectura, Psicología, Química (tiendas), Medicina (anfiteatro) y el Instituto de Geografía. Ver gráfica 5.1

La Torre dos de Humanidades contribuye con la mayor parte de los residuos encontrados en la artesa cercana a estas instalaciones, aunque hay residuos que provienen de las dependencias aledañas como son las Facultad de Odontología o el posgrado de Arquitectura, así como las personas que transitan por la zona. La ubicación de esta dependencia provoca que la artesa tenga entradas de residuos de distintas fuentes, que analizaremos con detalle más adelante.

El vidrio de botella recolectado representa el 49% del total de residuos sólidos semanales, lo que no parece un dato significativo de los flujos de este material durante todo el año y más bien son generados por periodos cortos según la temporada. Sin embargo, pensamos que si no tomamos en cuenta los valores de generación de residuos de vidrio de botella, los porcentajes de los otros materiales reciclables encontrados deben acercarse a los flujos cotidianos.

En donde predomina la generación de papel blanco es en las facultades, escuelas, institutos, y oficinas administrativas. Por otro lado de la generación de PET se debe principalmente a los envases y envolturas de las tiendas de comestibles.

Los datos recabados para los residuos sólidos no presentan periodicidad en el transcurso de tiempo del estudio, por lo que la generación de residuos sólidos debe presentar cierta periodicidad en periodos de tiempo mucho más largo, es decir, en periodos quincenales o mensuales.

También cabe señalar que sin tomar en cuenta el vidrio de botella las cantidades encontradas de residuos sólidos en los depósitos de Ciudad Universitaria son muy homogéneos. Teniendo como valores mas altos 11.50 kg/semana de PET en la artesa de la Facultad de Química y 7.80 kg/semana de Unicel en la Facultad de Arquitectura. Por lo que consta en las demás dependencias se presentan valores menores a los 6 kilos de material reciclable a la semana representado el 51 % del total de residuos sólidos reciclables encontrados en los 24 depósitos en estudio mientras que solamente el vidrio de botella significa el 49 % del material reciclable generado.

Porcentajes de Residuos Sólidos Reciclables

Sin incluir vidrio

Incluyendo vidrio

Es muy importante conocer no solamente las fuentes generadoras de los residuos sino el tipo de residuos, los generados con mayor frecuencia y el valor en el mercado. El gráfico 7.2 muestra que de los 12 tipos de residuos sólidos estudiados 5 son los más importantes. Encontramos que el papel blanco, PET, uncel, PVC y cartón son en el mismo orden de importancia los materiales reciclables que registraron mayor peso y por ende se encontraron con mayor frecuencia

Si contamos el vidrio de botella y los cinco residuos anteriores, esto representa el 80% del flujo total, pero por lo anteriormente expuesto, sin tomar en cuenta el vidrio de botella, estos cinco residuos significan mas del 93% del flujo total de los residuos sólidos reciclables. Es también importante considerar que el PVC y el Unicel son materiales con alta remuneración comercial.

Los resultados muestran como cada dependencia es un caso particular y objeto de un estudio propio, que manejan diferentes variables reflejando generaciones distintas en tipos de residuos sólidos. Sin embargo esto no quiere decir que no se pueda implantar un programa general de recolección de residuos en Ciudad Universitaria.

En el gráfico 7.3 presentamos las dependencias que registraron los mayores flujos y la contribución de los distintos tipos de Residuos Sólidos Reciclables. El material reciclable encontrado en ocho artesas significa el 70% del total de residuos sólidos. Volviéndose a presentar la tendencia ya descrita en donde el vidrio de botella, el papel blanco, el uncel, el PET y el cartón son los que predominan. Por lo que por un lado tenemos que 6 residuos constituyen prácticamente todo el material reciclable e identificamos a ocho artesas como las más importantes generadoras de residuos sólidos.

Porcentajes de contribución de residuos sólidos reciclables			
<i>Dependencia</i>	<i>Clave</i>	<i>Flujo</i> kg/semana	<i>% en peso</i>
Instituto de Química	I.Q.	16.83	4.29
Facultad de Medicina Subestación	F.M.S	20.77	5.20
Facultad de Psicología	F.P.	21.38	5.35
Facultad de Química Tiendas	F.Q.T	22.68	5.67
Facultad de Odontología	F.O.	24.06	6.02
Facultad de Arquitectura	F.A.	26.03	6.51
Instituto de Geografía	I.G.	26.98	6.75
Torre de Humanidades II	T.H.II	46.63	11.66
Facultad de Química Artesa	F.Q.A	90.23	22.56
Total		278.75 ¹	69.71

Tabla 7.2

¹ De un total de 399.851kg/semana

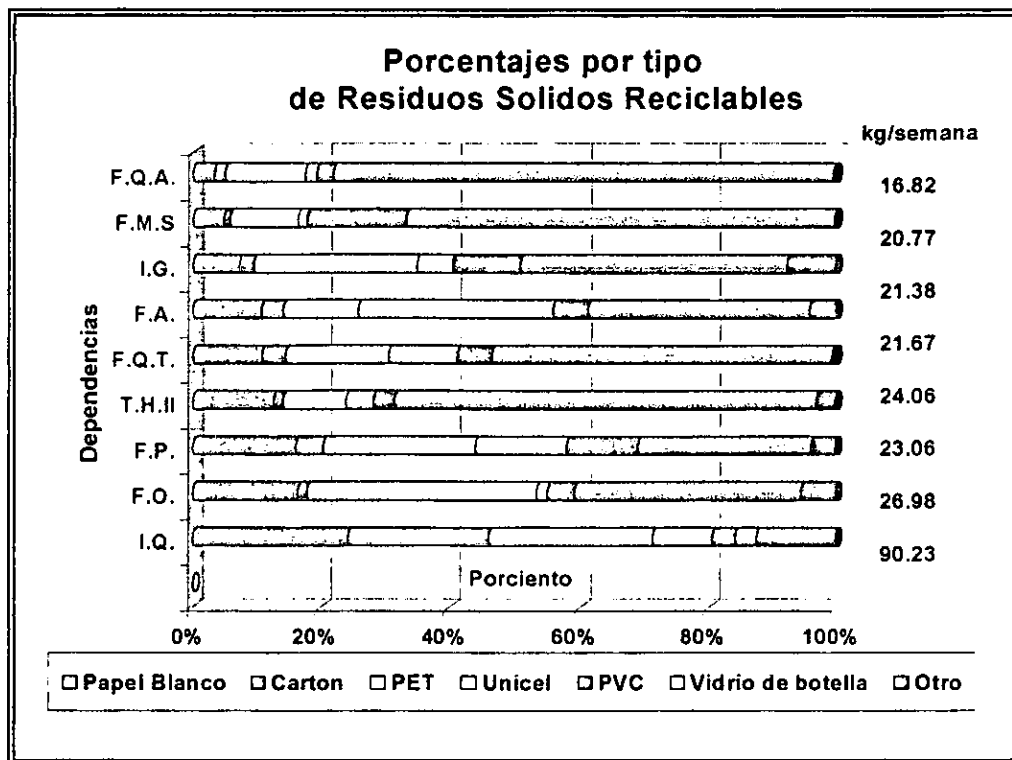


Grafico7.3

Porcentajes calculados con respecto al total de residuos sólidos reciclables.

Evidentemente el vidrio de botella no es un residuo que sea generado a tan gran escala y en forma permanente en la universidad. El periodo entre Noviembre de 1998 y Febrero de 1999 es una temporada de festividades y comienzo de vacaciones en la UNAM por lo que para este intervalo de tiempo la muestra podría llegar a ser representativa, pero no puede mostrarnos el comportamiento durante todo el año en las dependencias o fuentes generadoras de residuos sólidos.

En la mayoría de los casos en escuelas, institutos y facultades el vidrio de botella que se encontró fue de vinos o bebidas alcohólicas provenientes de alguna fiesta o reunión, era evidente al encontrar en un solo sitio grandes cantidades de botellas de la misma marca e inclusive se encontraban platos, vasos y cucharas típicas de una reunión. Un ejemplo es el caso de la artesa de la Facultad de Química, donde se recolectaron 70 kg de vidrio de botella superando por mucho los flujos generados en las demás dependencias, en este deposito se recolecto el 95% del total de las botellas en un solo día y era claro que provenían de alguna fiesta pre-vacacional por la cantidad de botellas de vino encontradas.

Si analizamos los datos reportados para las 24 artesas de estudio encontramos que el vidrio de botella representa un 49.1% del total de los residuos sólidos reciclables y solamente 8 dependencias equivalen un 40.3%, que prácticamente es todo el material de vidrio recolectado.

Tabla de porcentajes en las dependencias de mayor contribución de Residuos Sólidos Reciclables

<i>Dependencia</i>	<i>Papel Blanco</i>	<i>Cartón</i>	<i>PET</i>	<i>Unicel</i>	<i>PVC</i>	<i>Suma de porcentajes</i>
	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	
Instituto de Química	24.37	21.69	25.26	9.30	3.57	84.19
Facultad de Medicina Subestación	4.81	0.96	10.83	1.35	15.41	33.37
Facultad de Psicología	16.37	4.21	23.39	14.03	10.99	68.99
Facultad de Química Tiendas	11.02	3.75	15.88	10.58	5.29	46.52
Facultad de Odontología	16.63	1.45	35.33	1.66	4.16	59.23
Facultad de Arquitectura	14.23	4.49	14.98	38.94	6.99	79.63
Instituto de Geografía	7.49	2.26	25.20	5.56	10.38	50.89
Torre II de Humanidades	12.87	1.50	9.65	4.29	3.22	31.52
Facultad de Química artesa	3.32	1.66	12.75	1.77	2.55	22.05

Tabla 7.3

*Porcentajes calculados con respecto al peso total de residuos sólidos reciclables.

En la tabla anterior podemos ver como hay 4 depósitos de los que registraron los flujos más altos pero que no suman la mayoría de residuos en sus flujos totales, son los casos de la facultad de Química Artesa, Torre II de Humanidades, Facultad de Química Tiendas y la Facultad de Medicina Subestación.

Flujos y porcentajes del vidrio de botella

<i>Dependencia</i>	<i>Vidrio de botella Kg/semana</i>	<i>Porciento en peso Vidrio de botella</i>
Instituto de Química	0.55	3.27
Facultad de Medicina subestación	13.80	66.44
Facultad de Sicología	5.80	27.13
Facultad de Química Tiendas	12.00	52.92
Facultad de Odontología	8.50	35.33
Facultad de Arquitectura	9.00	34.58
Instituto de Geografía	11.15	41.33
Torre II de Humanidades	30.50	65.41
Facultad de Química artesa	70.00	77.58

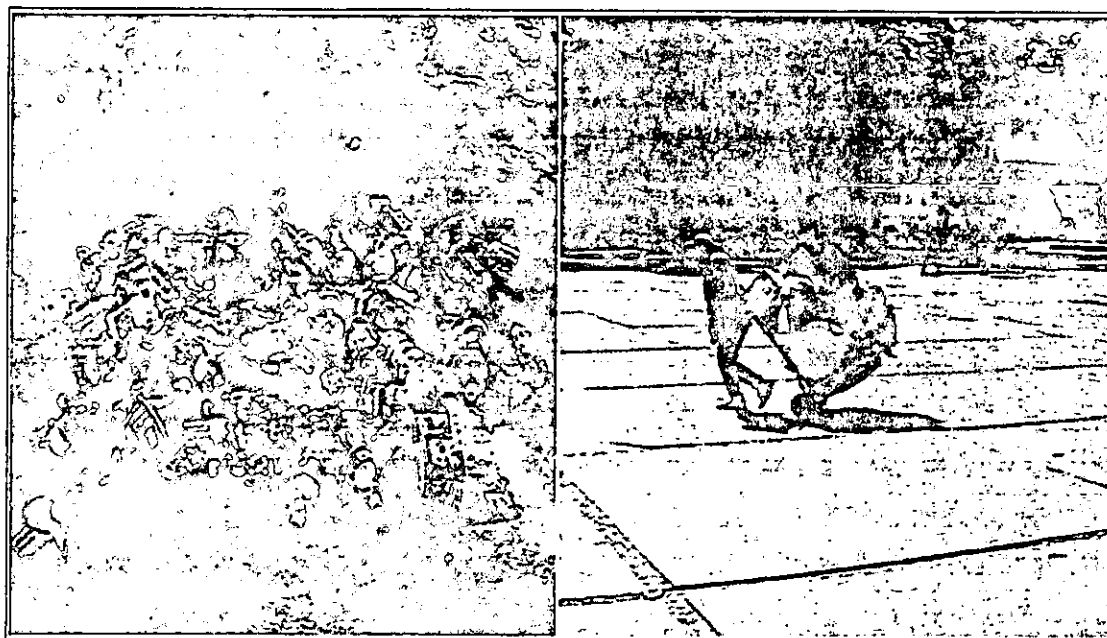
Tabla 7.4

Los porcentajes fueron calculados con respecto al total de Residuos Sólidos Reciclables.

En la tabla 7.4 podemos ver que para todos los casos en los que en la tabla 7.3 los residuos representativos, no constituyen la mayoría de los residuos sólidos reciclables, el

Cabe señalar que el PET, Unigel y PVC fueron de los residuos reciclables que se encontraron en todos los depósitos. Debemos tomar en cuenta que la mayoría de los productos comerciales utilizan estos materiales como envoltura, envase o estructura con lo que es prácticamente imposible no encontrarlos en un depósito de residuos sólidos en la universidad y en las ciudades del país.

Estos tres residuos representan el 29.3% del peso total semanal, el PET, PVC y Unigel son materiales ligeros a diferencia del vidrio, de tal forma que encontramos cuantiosos volúmenes de los tres residuos mencionados. Haciendo una estimación constituirían un 70% del volumen de los residuos de los depósitos.



Residuos plásticos

Pepenador de C.U.

Imagen 7.1

Por ultimo nos gustaría mencionar que en Ciudad Universitaria se puede observar a familias completas que viven de los Residuos Sólidos Reciclables, obteniendo recursos económicos del papel, cartón y latas encontradas en los deposito, pero que los residuos plásticos como el PVC, Unigel o PET se almacenan en los depósitos municipales sin ninguna tener un manejo o disposición adecuados y que seguramente van a dar a los tiraderos a cielo abierto o en su defecto a rellenos sanitarios. Por lo que este tipo de desechos que son reciclables o reutilizables se desperdician cuando significan recursos naturales y económicos perdidos.

7.2 Generación Semanal de Residuos Peligrosos Domésticos de Ciudad Universitaria

El principal objetivo del trabajo que se presenta es la caracterización de los Residuos Peligrosos Domésticos (RPD's) en el Campus Universitario, expondremos entonces, como se generan los desechos y cuales son los que se encuentran con mayor frecuencia dentro de los depósitos, así como identificaremos de acuerdo a los datos recolectados las dependencias de mayor generación para el periodo de noviembre de 1998 a los primeros días de marzo de 1999.

Antes de comenzar el análisis debemos explicar que a diferencia de los Residuos Sólidos Reciclables dentro de Ciudad Universitaria tenemos programas, actividades y proyectos que generan RPD's independientemente de los usos y costumbres de la comunidad, este punto es muy importante por que en el análisis anterior habíamos hablado de la importancia del comportamiento de la comunidad para el tipo de residuo encontrado.

En materia de Residuos Peligrosos Domésticos encontramos que hay condiciones muy diferentes que iremos explicando. Podemos considerar que algunos residuos sólidos típicos como la pintura, latas de aerosol, latas de gas o lámparas, así como Residuos que se pudieran considerar como peligrosos como los desechos en el manejo de animales, material de laboratorio o material quirúrgico como RPD's generados dentro de Ciudad Universitaria al encontrarse en el sistema de limpia de la universidad y que su disposición final será en los tiraderos municipales.

Además podemos afirmar que los porcentajes de RPD's no tendrán grandes variaciones debido a que generalmente salen de programas o proyectos que tienen una duración de meses o a veces años. Por otro lado en las escuelas y facultades los planes de estudio tiene pocas variaciones año con año utilizando la mayoría de las veces el mismo tipo de materiales sin que sus características de peligrosidad puedan tener cambios considerables.

La Universidad como en cualquier ciudad o zona urbana tiene problemas sociales, políticos, económicos y ambientales entre muchos otros, lo que hace muy compleja su administración, como una minoría que nació vive dentro de las ciudades existen personas que sobreviven de la pepena o selección de residuos sólidos que puedan tener algún valor económico en el mercado exponiéndose a los peligros inherentes a este trabajo. Los RPD's agregan mayores riesgos en el manejo, selección y transportación de los residuos de los depósitos. Al no contar con servicios médicos, educación ambiental, procedimientos en la gestión de residuos o tan siquiera equipo adecuado en la remoción de los residuos sólidos. el factor de riesgo es aun más alto para el modus vivendus de los pepenadores,

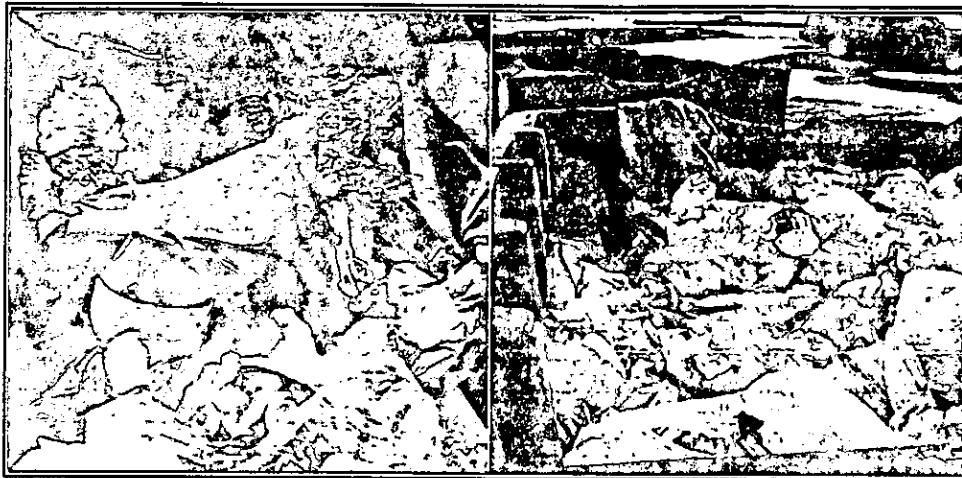
A continuación presentamos la tabla 7.5 en donde sintetizamos los resultados obtenidos de la recolección de datos en los 24 depósitos de residuos Sólidos de Ciudad Universitaria. Cabe mencionar que se presentaron los mismos problemas en la identificación de la procedencia de los residuos en las artesas del C.E.L.E. y la Facultad de Química, como lo señalamos anteriormente.

**Flujos generados de Residuos Peligrosos Domésticos en el Campus Universitario
Kilogramos por semana en la Dependencias Supervisadas**

	<i>Corrosivo</i>	<i>Reactivo</i>	<i>Explosivo</i>	<i>Tóxico</i>	<i>Inflamable</i>	<i>Biológico- Infeccioso</i>	<i>Total RPD's</i>
	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>	<i>Kg/semana</i>
Medicina Anfiteatro	2.260	0.000	0.113	10.080	4.050	163.260	179.763
Biomédicas antes de Reja	0.350	0.000	0.070	1.403	5.510	3.900	11.233
Facultad de Química Contenedores	2.386	0.000	0.000	3.665	20.000	6.570	32.621
Medicina de Medicina Subestación	0.200	0.000	0.000	1.270	6.860	82.960	91.290
Facultad de Química Artesa	0.076	0.000	0.000	8.152	24.940	196.712	229.880
Biomédicas después de Reja	3.020	0.000	0.450	3.515	7.000	141.433	155.418
CELE	0.000	0.000	0.000	1.030	27.000	0.000	28.030
Sicología	0.000	0.000	0.160	0.880	24.490	208.030	233.560
Gasolinera	0.000	0.000	0.000	0.050	27.110	0.000	27.160
Humanidades	0.606	0.000	0.000	2.460	15.000	1.380	19.446
Odontología	0.000	0.000	0.000	0.890	20.000	61.253	82.143
Arquitectura	0.000	0.000	0.080	0.412	28.500	0.000	28.992
Instituto de Materiales	0.000	0.000	0.000	0.554	1.000	0.000	1.554
Instituto de Astronomía	0.000	0.000	0.000	4.070	0.000	0.000	4.070
Facultad de Veterinaria	1.125	0.000	0.000	11.674	0.176	29.540	42.515
Instituto de Química	0.000	0.000	0.000	11.983	0.560	1.000	13.543
Instituto de Fisiología Celular	0.900	0.000	0.000	10.410	2.420	950.350	964.080
Instituto de Geología	0.850	0.000	0.080	3.300	0.090	0.850	5.170
Instituto de Geografía	0.000	0.000	0.000	2.107	0.000	0.000	2.107
Facultad de Química E y D	0.520	3.000	0.125	14.841	4.520	50.230	73.236
Instituto de Física	0.000	0.000	0.000	1.501	0.230	0.000	1.731
Centro Medico	0.000	0.000	0.000	0.540	0.000	15.030	15.570
Postgrado de Odontología	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	33.040	33.040
Instituto de Ecología	0.000	0.000	0.000	3.000	0.800	0.000	3.800
Total	12.293	3.000	1.078	97.787	220.256	1945.538	2279.952

Tabla 7.5

De los datos de la tabla anterior lo primero que vamos a analizar son los flujos totales generados de RPD's. El flujo global de RPD's supera por mucho a los Residuos Sólidos Reciclables, mientras en los primeros residuos se registro un total de 2279.952 kg/semana, los segundos solo pudimos recolectar 399.851, lo que significa casi la sexta parte.



Mezclas de RPD's encontrados en los depósitos de Ciudad Universitaria

Imagen 7.2

La característica en los residuos peligrosos con mayor frecuencia en los depósitos de Ciudad Universitaria son los Biológico Infecciosos con un 85.332% del total de RPD's, los sigue aunque muy por debajo los Inflamables con 9.661% y 4.289% de los tóxicos. La suma de los residuos Corrosivos, reactivos y explosivos no rebasan el 1% del total por lo que no parecen ser un problema grave dentro de los Residuos Sólidos de Ciudad Universitaria, aunque no se pueden descartar solo tenemos que revisar la definición de RPD's, para darnos cuenta (son todos los materiales o combinación de materiales que se desechan de la actividad cotidiana causando daños al ambiente o los ecosistemas).

Dentro de los residuos encontrados había riesgos tan perceptibles como el hecho de encontrar materiales inflamables revueltos con solventes que al incendiarse podrían provocar daños en las instalaciones de ciudad universitaria o a personas, sobre todo a las que manejan frecuentemente los RPD's. Otro ejemplo sería los residuos de tipo biológico infeccioso que se encontraron en los depósitos como el material quirúrgico o los restos de animales que fueron utilizados en actividades experimentales. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos tienden a provocar focos de infección derivando en problemas a la salud de cualquiera de los miembros de la comunidad.

En general podemos ver que los residuos peligrosos con características biológico-infecciosa, son un problema grave por las cantidades generadas. En la gráfica 7.5 se muestran los porcentajes de RPD's con lo que tratamos de resaltar nuevamente el papel que juegan los residuos biológico-infecciosos encontrados en las dependencias supervisadas de Ciudad Universitaria.

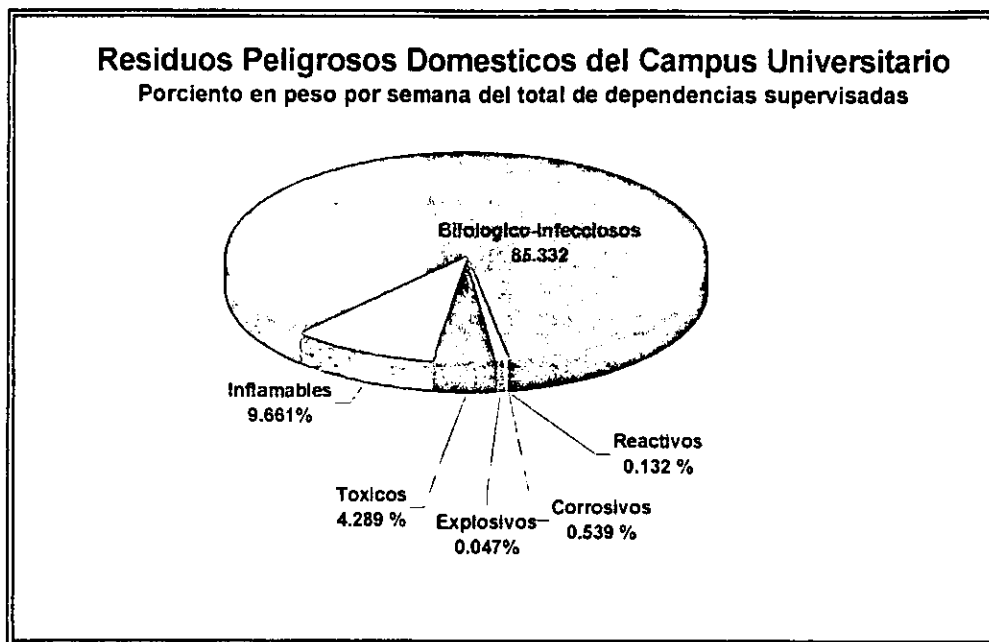


Gráfico 7.5

De un total de 19 dependencias en las que se encuentran los 24 depósitos supervisados observamos que solamente cinco dependencias concentran el 77.3% del total de residuos, donde una sola dependencia (el Instituto de Fisiología Celular) tiene el 42.258% de los RPD's totales, es entonces una de las dependencias clave en los posibles programas de gestión de residuos. Mas adelante en el análisis por característica haremos algunas observaciones acerca de esta dependencia. Pero hacemos constar que las dependencias del Instituto de Ciencias Biomédicas (deposito antes de la reja), La Facultad de Medicina (Anfiteatro), la Facultad de Química (artesa), la Facultad de Psicología y el Instituto de Fisiología Celular como las dependencias de altas generaciones de RPD's que muy posiblemente mantendrán estos niveles, al tratarse de residuos de laboratorios en su mayoría con actividades de investigación y docencia todo el año.



Recolección en la Facultad de Medicina

Imagen 7.3

Las dependencias de las Facultades de Química, Medicina, Psicología y Biomédicas son depósitos que se encuentran en la zona vieja de Ciudad Universitaria y en donde la afluencia de personas cerca de ellos pudiera ocasionar problemas a la salud. Es importante señalar que además de la afluencia de universitarios, encontramos a una serie de personas que se dedican a remover los residuos en busca de materiales reciclables, además del manejo del personal de limpia de la UNAM en donde estas cantidades de residuos que al parecer muchos de ellos tienen aspecto inofensivo pudieran ocasionar grandes problemas a la salud y el ambiente.

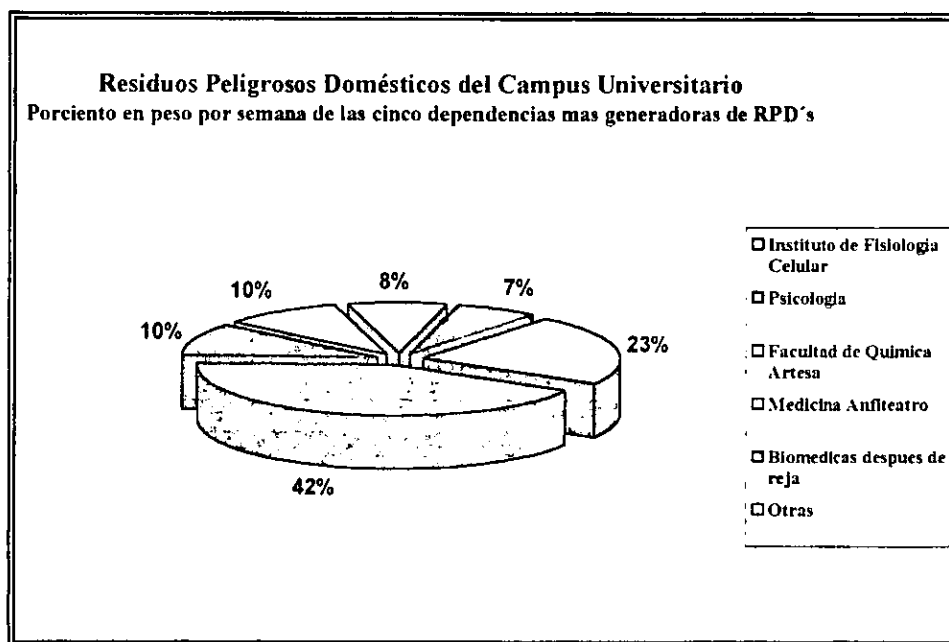


Gráfico 7.6

Los Residuos que por sus características caen dentro de los Corrosivos, Reactivos y Explosivos no llegan a sumar ni siquiera el 1% en peso del flujo total de residuos, así que nos enfocaremos a analizar los residuos que en realidad conforman a los RPD's en Ciudad Universitaria (Tóxicos, Inflamables y Biológico-infeccioso).

En los Residuos Peligrosos Domésticos clasificados como Tóxicos encontramos que hay seis dependencias que producen casi el 70 % de todos los residuos con esta característica de las dependencias supervisadas, estas dependencias son la artesa cerca de la Facultad de Química, los contenedores que se encuentran cerca del anfiteatro de la Facultad de Medicina, El Instituto de Fisiología Celular, Los contenedores de la Facultad de Veterinaria, el Instituto de Química y la Facultad de Química en los edificios E y D.

La contribución de residuos Tóxicos de las cinco dependencias es muy cercana, esto se puede ver claramente en los porcentajes por dependencia con respecto al total de residuos Tóxicos que a continuación se grafican colocando a las dependencias de menor generación como "otras" por lo que estamos hablando que de 24 depósitos 19, por lo que estamos hablando de que casi el 80% de las dependencias solamente contribuye con el 31.3% del flujo total de residuos tóxicos.

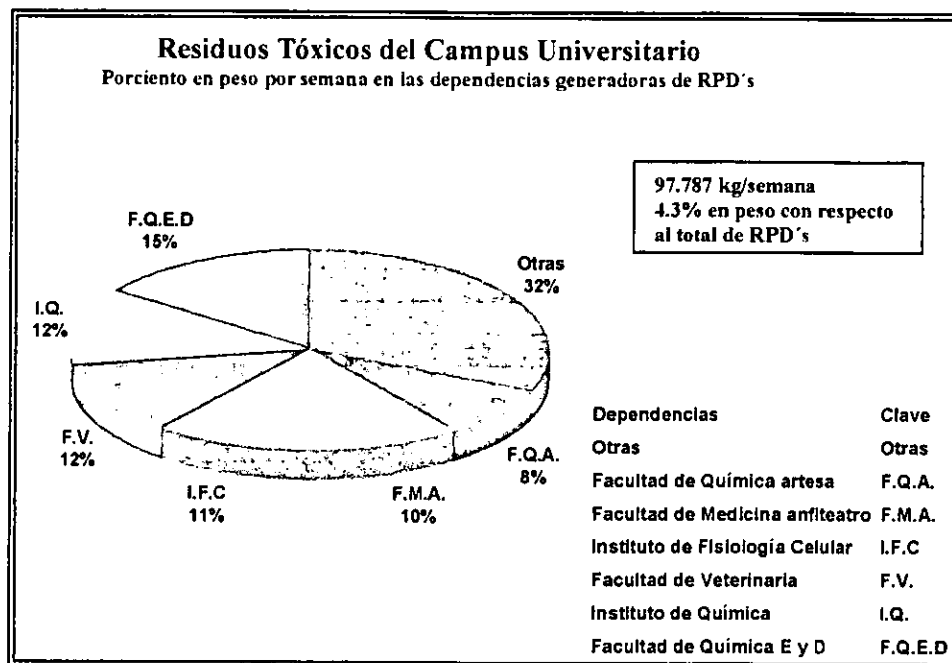


Gráfico 7.7

Los residuos tóxicos encontrados frecuentemente en las dependencias supervisadas comprenden a las lámparas fluorescentes, los frascos de insecticidas con polvos residuales y materiales con plomo como recipientes con aditivos de gasolina, acumuladores. Estos residuos son generados regularmente en la universidad, desechándose de las actividades diarias, como son el cambiar las lámparas fundidas o la reparación de autos.

Es bien importante señalar antes de seguir que dentro de la definición de residuo peligroso domestico a diferencia de la norma tratamos de abarcar los residuos que se generan en las casas habitación y que pasan inadvertidos aun tratándose de residuos peligrosos para la salud.

En este caso los residuos peligrosos se convierten de dos tipos por su fuente de origen, por un lado los residuos de laboratorios de investigación y docencia que generan desechos químicos o biológicos principalmente. Y por otro lado los residuos de oficinas y zonas escolares en donde se generan residuos por usos y costumbres cotidianas pero que también pueden provocar daños al ambiente o a la salud suficientemente grandes para considerarlos peligrosos

Caracterización de Residuos Tóxicos

<i>Actividades</i>	<i>Residuos</i>
Cotidianas en oficinas, centros de trabajo, escuelas y facultades	Lámparas fluorescentes
	Aditivos de gasolina (envases)
	Baterías
	Material fotográfico
	Soldadura
	Aparatos electrónicos
	Insecticidas (envases)
	Anticongelante (envases)
	Forros de cableado

Tabla 7.6

Los residuos inflamables contribuyen con 220.256 kg/semana que constituye casi el 10% de los residuos. En la mayoría de las dependencias es común encontrar residuos con esta característica debido a que cualquier material comburente entra en esta clasificación, de tal forma que los solventes, residuos plásticos, el papel, el cartón, la madera, la tela, etc., se consideran como materiales inflamables y que pueden provocar fuertes incendios o accidentes graves en los depósitos o con su gestión.

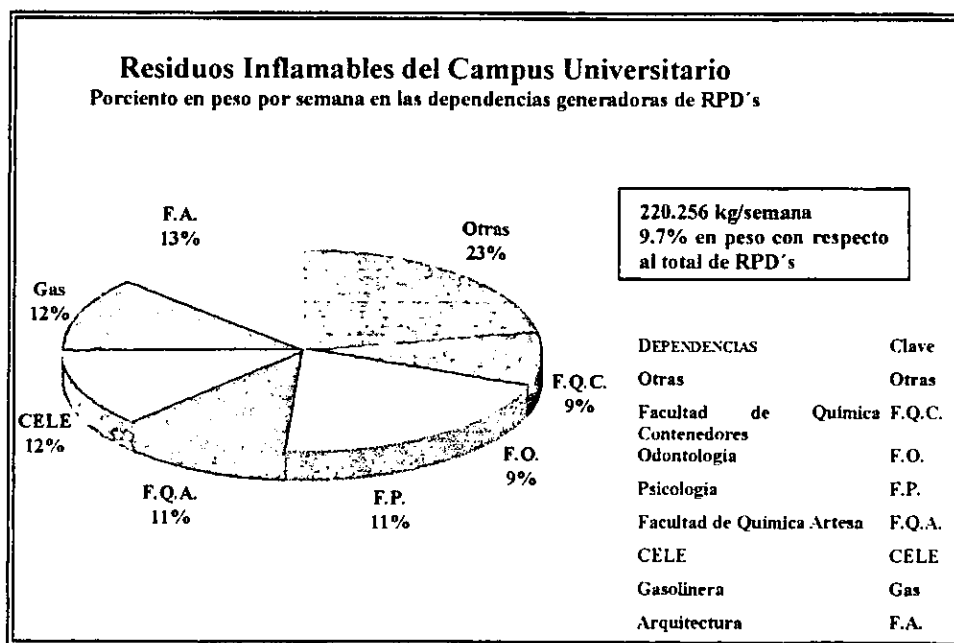


Gráfico 7.8

Otro señalamiento que nos parece importante señalar, es que hubo materiales que se contabilizaron en dos clasificaciones distintas, pero que en realidad no se pueden contar para el flujo total de residuos sólidos. Un ejemplo es el PET, que se clasificó como Residuos Sólido Reciclable pero además se reportó dentro de los residuos Inflamables por tratarse de materiales susceptibles a la combustión.

Los residuos Inflamables son generados en casi todas las dependencias y como vimos anteriormente son desechos en su mayoría de zonas administrativas y zonas escolares por actividades académicas.

Haciendo una agrupación de las dependencias supervisadas encontramos que los contenedores de la Facultad de Química, los de la Facultad de Odontología, el depósito de la Facultad de Química, la gasolinera y la Facultad de Arquitectura generan el 78% (ver gráfico 7.8) de los residuos Inflamables totales, lo que significa que las 18 dependencias restantes solo generan un 22 %.

Caracterización de Residuos Inflamables	
<i>Actividad</i>	<i>Residuos</i>
Cotidianas en oficinas, centros de trabajo, escuelas y facultades	PET Unicel Plástico Madera Papel Cartón Gasolina
Experimentación y trabajo de laboratorio	Alcohol etílico Acetona

Tabla 7.7

Si analizamos por qué son las dependencias con mayor generación de residuos Inflamables podríamos empezar por los dos depósitos de la Facultad de Química, que se encuentran cerca de las tiendas de comestibles, por lo tanto, ahí se depositan envolturas, botellas de plástico, servilletas, platos desechables, entre otros que hacen de estos depósitos de los más nutridos de residuos Inflamables. El CELE y Arquitectura más bien general papel y cartón procedentes de las actividades estudiantiles, son depósitos donde todo el trabajo manual inherente a las actividades de la Facultad de Arquitectura o a las de Diseño Industrial (recordemos que el CELE comparte contenedores con Diseño Industrial) tienen forzosamente que desechar grandes cantidades de residuos de papelería.

La gasolinera genera desechos de venta de aditivos y aceites que se pueden considerarse peligrosos, por un lado se genera el envase de plástico y por otro por los productos del petróleo que contenían.



Residuos Inflamables

Imagen 7.5

Algo bien importante como lo decíamos al principio del capítulo, es que la mezcla de residuos pueden provocar mayores riesgos y si no lo eran convertiste en RPD's. En este caso debemos analizar que todos los residuos son recolectados por los camiones de limpia y tanto los residuos de papel, cartón, madera, plástico entre muchos otros, se mezclan con los residuos de los laboratorios y las gasolinera, como es ejemplificado aquí. Lo que provoca que el potencial de peligrosidad aumente y al hablar de residuos inflamables solo faltaría una chispa o fuente de ignición para provocarse un incendio.

Los residuos Biológico-infecciosos en Ciudad Universitaria de acuerdo a lo encontrado debemos de considerarlo como un residuo peligroso que forzosamente debe de atenderse en primera instancia. Los residuos Biológico infecciosos representaron en el estudio el 85.5% del total de residuos peligrosos significando casi la totalidad de lo recolectado en los 24 depósitos de las dependencias supervisadas.

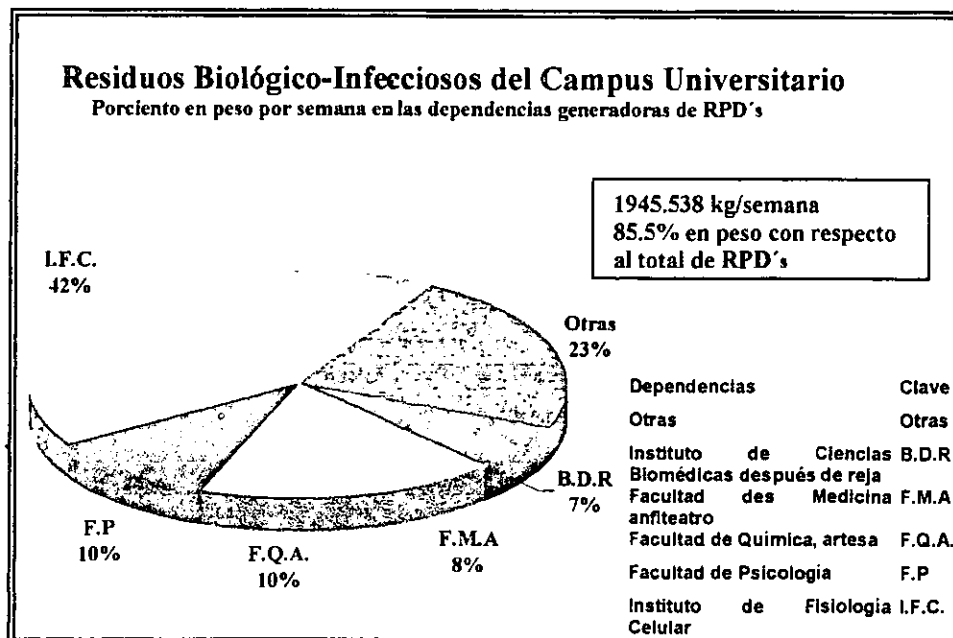


Gráfico 7.9

Pero además encontramos que cinco depósitos de Ciudad Universitaria contienen el 77% de los residuos peligrosos. Los depósitos de la Facultad de Química, Instituto de Ciencias Biomédicas, la facultad de Medicina, la Facultad de Psicología y el Instituto de Fisiología Celular tienen las generaciones de residuos biológico-infecciosos más grandes, esto sin contar que por ejemplo en el Instituto de Ciencias Biomédicas, la facultad de Medicina y la Facultad de Química se supervisó 1 depósito más en cada una lo que aumentaría sus flujos de residuos a más del 90% del total de residuos peligrosos.

De tal forma que la generación de residuos biológico infecciosos se concentra en 3 dependencias de la zona escolar y una de la zona de institutos. Los podemos dividir en materiales de laboratorio el material de tipo veterinario y el de tipo médico (ver tabla). Muchos de los materiales recolectados son los mismos, pero su uso es muy diferente, es decir una jeringa puede ser usada para extraer sangre o en la inseminación de bacterias en un laboratorio, por lo que en la clasificación de la tabla 7.6 trata de agrupar los residuos encontrados por su uso, aunque en términos prácticos todos serían residuos biológico-infecciosos independientemente de su uso y procedencia.

La cantidad y frecuencia de los residuos sanitarios que salen de los baños y que conllevan forzosamente una peligrosidad biológica-infecciosa no fueron contempladas en los estudios actuales por lo que nos parece importante mencionarlo. Dentro de los depósitos fue uno de los residuos que se encontró de forma permanente y que es casi forzoso encontrarlo dentro de los residuos sólidos. Nos parece importante que los residuos sanitarios sean contemplados en estudios posteriores debido tanto a las cantidades como en la frecuencia, aunque no podemos mostrar datos cuantificables de los flujos de residuos sanitarios si creemos importante mencionarlos.

Los residuos Biológico-infeccioso en Ciudad Universitaria no son tomados en cuenta al encontrarlos dentro de los depósitos sin ningún control, fue evidente que no son considerados por dependencias generadoras como residuos peligrosos al encontrarse dentro de las artesas y contenedores sin ninguna precaución.



Residuos Biológico-infecciosos recolectados

Si analizamos los residuos encontrados en las artesas y tratamos de discernir si hay programas específicos para residuos peligrosos (no domésticos), veremos como los residuos biológico infecciosos no tienen el tratamiento ni la disposición en los lugares adecuados. Comparando los programas reales de residuos peligrosos en las diferentes dependencias generadoras y las cantidades de residuos encontrados en los depósitos podemos asegurar que hay una estrecha relación.

Un ejemplo es el Instituto de fisiología Celular que es la máxima generadora de residuos Biológico-infeccioso de las dependencias de estudio. En el Instituto existe un programa de gestión residuos peligrosos pero ahí no se contemplan los de características biológico-infecciosas, por lo que son desechados por la única vía existente que es el servicio de limpia de la UNAM.

Esto no quiere decir que en otras dependencias se haya encontrado algún programa de manejo y disposición de residuos biológico-infecciosos, si no mas bien refleja la carencia de estos programas en todo el campus universitario, pero se hace más evidente en dependencias que por las líneas de investigación existentes, la generación de residuos peligrosos biológico-infecciosos se incrementar como es el caso del Instituto de Fisiología Celular.

Solo hace falta acercarse a los depósitos de las dependencias arriba mencionadas para darse cuenta de la gravedad en la generación de residuos peligrosos con características biológico-infecciosas. En el único lugar que pudimos encontrar algún tipo de control aparente en los residuos con esta característica, fue en el Instituto de ciencias Biomédicas, en donde se encontró material de laboratorio en las artesas pero que antes de ser desechado fue sometido a la autoclave, con lo que se elimina su peligrosidad.

Por supuesto estos residuos no fueron considerados, pero aun así se encontraron residuos dentro de esta dependencia suficientes para colocarla como de las mayores fuentes generadoras.

Nos parece que los estudios y programas de residuos sólidos y peligrosos que se realicen mas adelante deben de contemplar, tanto a las 5 dependencias aquí mencionadas como el poco control que existe en el manejo, recolección y disposición final de Residuos Peligrosos Domésticos.

Por otro lado uno el estudio tuvo problemas en el sentido de obtención adicional en las dependencias de donde provenían los residuos peligrosos, por un lado debido a la inconsciencia y falta de conocimiento acerca de los residuos que generan, por ser algo que no parece tener ninguna importancia, dentro de nuestra cultura los residuos no tienen ninguna importancia, cuando los desechamos creemos que el problema ha desaparecido, y esto se vio reflejado en las personas a las que se entrevisto. Por otro lado nos encontramos que en las dependencias las personas son renuentes a dar información sobre todo de temas que piensen que de alguna manera los va afectar, por lo que la información de la generación de residuos en las dependencias es difícil conseguirla.

Caracterización de Residuos biológico-infecciosos

<i>Actividad</i>	<i>Residuos típicos</i>
Experimentación y trabajo laboratorio	Envases Tubos de ensayo Catéteres Jeringas Puntas de siembra Cajas de petri Tubos de eppendorf Camas de animales de laboratorio (aserrín) Restos de animales de laboratorio Fluidos
Medicina humana (docencia y atención)	Agujas Algodones Objetos punzo cortantes Sondas Jeringas Tubos de ensayo
Veterinaria (docencia y consulta)	Tubos de ensayo Catéteres Jeringas Sondas

Tabla 7.8

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Residuos Peligrosos domésticos son desechos que no presentan diferencias con los Residuos Peligrosos generados por la industria, dañan gravemente a los ecosistemas provocando que los recursos naturales principalmente se vean en peligro de desaparecer así como crean disfunciones en los ciclos de vida del planeta que al final de cuentas van en detrimento de la calidad de la vida humana.

Los Residuos Sólidos tienen materiales que pueden volver a utilizarse, ya sea de forma inmediata o después de algún proceso de transformación. Pero deben de estar libres de los Residuos Peligrosos que provocan problemas en su manejo o inservibles para su reutilización.

En México, como en la mayor parte de los países del mundo existen pocos programas serios en la gestión de Residuos Sólidos, provocando que los problemas ambientales se agudicen. Los programas que se implanten en adelante deben forzosamente incluir subprogramas o programas especiales de Residuos Peligrosos Domésticos.

En la legislación mexicana existen un vacío en materia de Residuos Sólidos dando como un hecho que los Residuos Peligrosos solo se generan en la industria sin contemplar que en las grandes ciudades se utilizan y desechan flujos importantes de materiales con características peligrosas. El vacío legislativo provoca que la gestión de residuos sólidos no se lleve correctamente creando riesgos ambientales, políticos y sociales en la población. Un ejemplo son los tiraderos a cielo abierto donde los residuos y sus lixiviados pueden crear panoramas de desolación y muerte ecológica en donde los seres humanos somos parte.

El programa piloto de la "Caracterización de los Residuos Peligrosos Domésticos contenidos en los Residuos Sólidos de Ciudad Universitaria" crea el precedente para trabajos de investigación en este campo. El programa piloto planteado debe ser una base para estudios posteriores donde se contemple la metodología para una revisión exhaustiva de los residuos.

Se presentaron dos áreas de trabajo, la revisión de los residuos sólidos para determinar el avance de los programas de recolección de Residuos Sólidos Reciclables y la situación de los residuos Peligrosos Domésticos.

La Caracterización de los Residuos Peligrosos Domésticos se concretó con resultados tangibles. La caracterización tiene un carácter cualitativo, los residuos generados en Ciudad Universitaria nos permiten ver la situación poco alentadora en la gestión de residuos en el campus.

La caracterización que presentamos muestra datos relevantes en materia de los residuos peligrosos que son desechados por el sistema de limpia y que las autoridades competentes deben de analizar para tomar las medidas de prevención necesarias en cada caso.

Los programas para la recuperación de Residuos Sólidos Reciclables han tenido avances importantes en el Campus Universitario pero aun no son suficientes por que no contemplan a todos los materiales reciclables desechados.

Los Residuos Sólidos (sin contar a los peligrosos) encontrados, tienen una composición similar a la generada en las ciudades de nuestro país explicando de cierta forma que en Ciudad Universitaria se tienen actividades normales propias de las personas que habitan las zonas urbanas en México. Ciudad Universitaria como espejo del país carece de una cultura en el ahorro de recursos obstaculizando así los avances en la gestión ambiental.

Existen en el Campus Universitario redes informales en el manejo de los Residuos Sólidos Reciclables, desde miembros de la comunidad como son los trabajadores hasta pepenadores que realizan esta actividad para recibir alguna remuneración económica. Pero esto no basta para eliminar los grandes volúmenes de residuos generados, se deben implantar programas de manejo de residuos donde se contemple a los Residuos Peligrosos Domésticos aun si la legislación actual en el país no lo contemple.

Los Residuos Sólidos no son un problema del gobierno, si no de la sociedad, por lo que se deben buscar estrategias donde las comunidades intervengan y se involucren en el mejoramiento del ambiente. Los programas de Manejo de Residuos Sólidos deben de servir de vinculo entre la comunidad y el medio ambiente formando una nueva cultura en la administración de los recursos naturales y la producción de artículos de consumo.

Los Residuos Peligrosos Domésticos que se encontraron en Ciudad Universitaria, se pueden dividir en dos grandes grupos, los generados en actividades comunes que se dan en cualquier comunidad, como son los desechados en comedores, oficinas, salones, bibliotecas, tiendas y baños. El segundo grupo son los residuos de laboratorios, talleres y centros de investigación que por si solos pueden llegar a contemplarse dentro de los Residuos Peligrosos. Estos dos grupos de residuos son depositados en el sistema de limpia de la universidad exponiendo a la comunidad a graves riesgos.

En Ciudad Universitaria existen programas de manejo de Residuos Peligrosos pero es evidente que todavía hay deficiencias y que no están implantados en todo el campus. En los depósitos de Residuos Sólidos se pueden encontrar materiales con características peligrosas que salen de experimentos realizados por la institución dejando ver el poco compromiso con el ambiente que existe por los investigadores y personal de apoyo o el desconocimiento de la magnitud de los problemas ocasionados.

En el estudio realizado se pueden identificar nueve dependencias como las generadoras más importantes de Residuos Sólidos Reciclables. Los programas existentes o los que sean diseñados posteriormente deben tomar en cuenta a las dependencias siguientes para el perfeccionamiento la gestión de residuos. (Ver tabla 8.1).

Generación de Residuos Sólidos
<i>Dependencia</i>
Instituto de Química
Facultad de Medicina Subestación
Facultad de Psicología
Facultad de Química Tiendas
Facultad de Odontología
Facultad de Arquitectura
Instituto de Geografía
Torre de Humanidades II
Facultad de Química Artesa

Tabla 8.1

Se encontró que el Papel Blanco, Cartón, PET, Unicel, PVC y el vidrio de botella son los principales residuos generados por lo que deben buscarse las formas adecuadas para su recolección y reciclaje.

Los Residuos Peligrosos Domésticos en el caso de Ciudad Universitaria se consideran a todos los residuos peligrosos que se encuentran en el sistema de limpia. En los capítulos de justificación teórica definimos los RPD's pero queremos recalcar que no solo los desechos de productos o de las actividades comunes en las zonas urbanas, sino los residuos que se generan de toda actividad urbana pudiendo presentar las características de material peligrosos que al acumularse o mezclarse con otros residuos crean disfunciones o efectos negativos en los ciclos de vida de nuestro planeta. Con esta definición tratamos de englobar o explicar que todo material peligroso que se encuentre en los sistemas de limpia debe de ser contemplado.

En realidad los residuos que presentan características Corrosivas, Reactivas y Explosivas, dentro del sistema de limpia representan menos del 1% en peso del total de RPD's, pero todo material con características peligrosas tienen un alto poder contaminante en el ambiente y significan riesgos a la salud. Por lo que no pueden tomarse a la ligera su disposición final.

Dentro de los RPD's se encontraron que las características de Toxicidad e inflamabilidad representaron poco menos del 15% en peso, por su parte los residuos tóxicos encontrados no son representativos al encontrarse en forma aislada sin indicios de una generación regular en las dependencias fuente. Los flujos de residuos Inflamables dentro de Ciudad Universitaria son estables, debido a que son en su mayoría desechos de productos comestibles y son generados periódicamente en tiendas y comedores.

La característica en los residuos con mayor frecuencia en Ciudad Universitaria fue la biológica-infecciosa con un porcentaje muy por arriba de los demás residuos con 85% en peso. No se pueden pasar por alto los residuos biológico-infecciosos generados, debe ser el primer punto a atacar para terminar con los riesgos existentes y potenciales. Por lo que

dentro de las dependencias que generaron los residuos con esta característica es urgente que comiencen trabajos en el manejo de sus residuos peligrosos biológico-infecciosos ya que este tipo de residuos se contemplan en la legislación y aun así se están desechando por los sistemas de limpia convencional.

Generación de RPD's
<i>Dependencias</i>
Facultad de Química artesa
Facultad de Medicina anfiteatro
Instituto de Fisiología Celular
Facultad de Veterinaria
Instituto de Química
Facultad de Química E y D

Tabla 8.2

Dentro de los Residuos Sólidos de las zonas urbanas como lo es Ciudad Universitaria, se tienen “riesgos silenciosos”, es decir, que pueden encontrarse cantidades pequeñas de Residuos Peligrosos Domésticos dentro del sistema de limpia que pasan inadvertidos o no se toman en cuenta, pero que siempre tienen un destino final, su periódica acumulación provoca daños que se perciben pero que no cuantificamos. La similitud que nos da una idea clara de la magnitud del problema podría ser el cianuro; es un producto con características de toxicidad altas, pero que como cualquier otra sustancia podemos tolerar en dosis muy pequeñas que al sobrepasarlas o haber una constante ingestión no lleva a la muerte, los residuos peligrosos Domésticos tienen el mismo efecto en el ambiente, los generamos en pequeñas dosis pero en forma constante, lo que producirá si seguimos con la misma tendencia a matar el planeta.

La metodología que se empleo en el programa piloto fue diseñada por todo el equipo de trabajo, pensamos que es una buen base para los estudios posteriores tanto de residuos sólidos como peligrosos, por lo que hacemos las recomendaciones pertinentes:

El periodo de muestreo debe ser un mes, para encontrar la periodicidad en la generación de residuos.

Las muestras tienen que ser tomadas en forma simultanea de tal forma que los resultados obtenidos correspondan entre sí.

La separación de muestras es recomendable que se haga en los depósitos de origen para la plena identificación de las fuentes generadoras.

El registro de los residuos recolectados debe ser lo mas detallada posible con el fin de poder identificar sus características peligrosas, tomando en cuenta los procedimientos normativos en el país.

Se recomienda utilizar como método cuantitativo el peso por que los flujos volumétricos no tienden a formar malas expectativas de los flujos las cantidades reales de residuos sólidos.

El equipo de trabajo tiene forzosamente que dominar los conceptos básicos en la gestión de residuos dolidos y la caracterización de residuos peligrosos

Si se pretende hacer un estudio mas detallado en materia de RPD's se recomiendan dos periodos anuales de toma de muestras correspondientes a los dos semestres de actividades académicas que se dan regularmente en la universidad.

El sistema de limpia debe asegurar el retiro de todos los residuos de tal forma que los registros muestreados no se alteren con datos acumulados, es decir no se presente acumulación de residuo en las artesas o contenedores para que los registros sean de los nuevos residuos generados.

Se sugiere la tabla de los Residuos Peligrosos Domésticos como lista base en estudios a futuro

Lista de RPD's típicos en C.U.	
<i>Característica</i>	<i>Residuos típicos</i>
Biológico-Infeciosos	Envases, Tubos de ensayo, Catéteres, Jeringas, Puntas de siembra, Cajas de petri, Tubos de eppendorf, Camas de animales de laboratorio (aserrín), Restos de animales de laboratorio, Fluidos, Agujas, Algodones, Objetos punzo cortantes, Sondas
Inflamables	PET, Unicef, Plástico, Madera, Papel, Cartón, Gasolina, Alcohol etílico, Acetona
Tóxicos	Lámparas fluorescentes, Aditivos de gasolina (envases), Baterías, Material fotográfico, Soldadura, Aparatos electrónicos, Insecticidas (envases), Anticongelante (envases), Forros de cableado,

Tabla 8.3

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones

Bernache G./ Bazdresch M./ Cuellar J./ Moreno F, Basura y Metrópoli, Universidad de Guadalajara/ CIESAS-OCCIDENTE/ El Colegio de Jalisco/ ITESO, México, 1998

SEMARNAP/PROFEPA, Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, SEMARNAP/PROFEPA, México, 1997

TEOREMA, Residuos peligrosos, generación y utilización de aceites usados, Septiembre-Noviembre. Pp 36. No. 14, 1997

Office of Solid Waste, RCRA Environmental Indicators Progress Report, 1996

Alameda Country Source Reduction and Recycling Board, *Recycling Guide*, Alameda Country Waste Management Authority, 1996

Cortinas Cristina, Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México, SEMARNAP, 1996

INE Manejo de Residuos Municipales en zonas marginadas. Métodos de análisis y manejo de residuos peligrosos, INE-SEMARNAP 1996

INE, Normas Técnicas Ecológicas para manejo de residuos municipales en zonas marginadas y método de análisis, INE-SEMARNAP, 1996

INE, Primer Congreso Nacional Los residuos sólidos y peligrosos, 1996

Office of solid Waste, Environmental Indicator progress report, RCRA, 1996

Herbert F. Lund, Manual Mc Graw-Hill de reciclaje, vol. II. Mc Graw-Hill, 1995

Pichardo Moisés, Desechos peligrosos, incineración, dimensión y riesgo, IMIQ-Incineradores INCIMEX. M. R. Fac. Química UNAM, 1995

IMIQ, Tratamientos Biológicos de Aguas Residuales, IMIQ-Fac. Química, 1995

IMIQ/ FES Zaragoza/ Kimber Ecológico/ UAM Azcapotzalco, Legislación, prevención y control de contaminantes, Fac. Química. UNAM, 1995

VITRO, Los retos del vidrio, VITRO Ideas. Norteamérica, 1995

VITRO, La plastificación del medio ambiente fuera de control, VITRO Ideas. Norteamérica, 1995

INARE, El reciclaje de materiales, Instituto Nacional de Recicladores A.C., Julio-Septiembre, Pp 2, No. 2, 1995

Schmal J/ Hernández Claudia, "Observaciones preliminares sobre manejo de la basura en C.U., PUMA/ Inst. de Ingeniería/ DGO. UNAM, 1994

Restrepo I/Benarche G./Rathje W, Los demonios del consumo". Centro de Ecodesarrollo,. México D.F., 1991

ALDF, Reglamento por el servicio de limpia en el D.F., ALDF Primera Legislatura, 1989

Residuos Internacionales de Tóxicos Químicos Potenciales, Génova, 1982

NIOSH/OSHA, Guía sanitaria para residuos químicos, Estados Unidos de Norteamérica, No. 81,. Pp 123, 1981

Tesis - UNAM

Fontana Uribe A, Programa de recuperación de residuos sólidos en la Ciudad Universitaria. Facultad de Ingeniería, UNAM, 1998

Zanelli Trejo A, Situación actual de los residuos sólidos en México, Facultad de Química, UNAM, 1995.

Vigueras Cortés J. M, Evaluación preliminar de la generación de residuos peligrosos mezclados con los residuos sólidos en Ciudad Universitaria, Fac. Ingeniería, UNAM, 1992

Recursos Internet

<http://www.rds.org.mx/inepub/pmmir/cap4.htm/>, Aspectos jurídicos-normativos y complementarios de la ley, NOM's

<http://www.rds.org.mx/inepub/pmimir/cap5.htm/>, Contexto y compromisos internacionales en materia de residuos.

<http://www.epa.gov/epaoswer/osw/tsd.htm>, Treat, Store and Dispose of waste, Jun 22, 1997

<http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/index.htm/>, Municipal Solid Waste, Nov 26, 1997

<http://www.neris.mji.lt/aa/an95/aat/811.html>, Non Hazardous waste, Nov 26, 1997