

01177

3
rej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

"EVALUACION PRELIMINAR DE LA GENERACION DE RESIDUOS
PELIGROSOS MEZCLADOS CON LOS RESIDUOS SOLIDOS
EN CIUDAD UNIVERSITARIA"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tesis de Posgrado

Como requisito para obtener el Grado de
MAESTRO EN INGENIERIA
(Ambiental)

presenta

JUAN MANUEL VIGUERAS CORTES



Ciudad Universitaria

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xi
INTRODUCCION	1
CAPITULO	
1. ANTECEDENTES	6
1.1 Definición y Clasificación de los Residuos	7
1.2 Generación de los Residuos Peligrosos	11
1.2.1 Clasificación de los Residuos Peligrosos	12
1.3 Clasificación de Generadores de Residuos Peligrosos	17
1.3.1 Normatividad para Generadores en México	20
1.3.2 Normatividad de la EPA	24
1.4 Prueba para Determinar si un Residuo es Peligroso	25
1.5 Métodos de Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Peligrosos	25
1.5.1 Tratamientos Físicos	27
1.5.2 Tratamientos Térmicos	27
1.5.2.1 Incineración	28
1.5.3 Tratamientos Químicos	31
1.5.4 Tratamiento Biológicos	33
1.5.5 Disposición en Tierra	33
1.5.5.1 Confinamiento Controlado	33
1.6 Programa de Minimización de Desechos	34
2. MATERIAL Y METODOS	39
2.1 Conocimiento Cualitativo de los Residuos Peligrosos	40
2.2 Ubicación y Clasificación de las Artesas	40
2.2.1 Toma de Fotografías	41
2.3 Encuesta con los Generadores	42

2.3.1	Análisis de la Información de los Generadores	42
3.	RESULTADOS	43
3.1	Evaluación de los Residuos Durante las Visitas a las Artesas	44
3.1.1	Residuos de Origen Municipal	44
3.1.2	Residuos Industriales	45
3.1.3	Residuos Peligrosos en Ciudad Universitaria	45
3.1.4	Otras Actividades que Generan Residuos	46
3.2	Elementos Presentes en Artesas	46
3.3	Clasificación de Artesas	47
3.4	Operación del Incinerador de la Facultad de Veterinaria y Zootéctnia	49
3.5	Resultados de las Encuestas	49
3.5.1	Encuestas con Profesores e Investigadores	50
3.5.2	Encuesta con Tesistas y Estudiantes	53
3.5.3	Encuestas con los Trabajadores	53
3.5.4	Información Relevante Durante las Encuestas que Repercuten Fuera del Ambito Académico	54
3.6	Recolección y Transporte de Residuos en CU	55
3.6.1	Recolección de Basura de los Botes Colectores y Campanas Distribuidas en Andadores y Plazas	56
3.7	Seguridad del Personal que Realiza la Recolección	56
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
4.1	De la Ubicación y Funcionalidad de Artesas	61
4.2	De la Disposición de Residuos en Artesas	61
4.3	De la Recolección y Transporte de los Residuos	62
4.4	De los Residuos Peligrosos Dentro de CU	63
4.5	Recomendaciones a Corto Plazo	65
4.6	Recomendaciones Inmediatas	67

4.7 Del Personal que Realiza Actividades de Recolección y Transporte de los Residuos de la Ciudad Universitaria	68
4.9 Del Presente Trabajo	69

BIBLIOGRAFIA	71
---------------------	-----------

APENDICE	75
-----------------	-----------

A Formulario 1 Datos de Visita a las Artesas	76
B Formulario 2 Encuesta sobre Generación de Residuos	77
C Formulario 3 Encuesta sobre Generación de Residuos Peligrosos	78
D Listado de Incompatibilidades	80
E Plano de Localización de Artesas	

LISTA DE TABLAS

		Página
TABLA		
1	Clasificación de Residuos Municipales	8
2	Pesticidas más Comunes (EPA)	13
3	Solventes Peligrosos más Comunes	15
4	Ejemplo de Algunos Reactivos más Importantes	16
5	Algunos Generadores de Cantidades Pequeñas	18
6	Procesos de Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Peligrosos	26
7	Clasificación de las Artesas Evaluadas	48
8	Resumen de la Encuesta	57

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía	Página
1 Residuos Peligrosos Generados en CU	84
2 Residuos Peligrosos Generados en CU	84
3 Residuos Peligrosos Generados en CU.	85
4 Otras Actividades que Generan Residuos	85
5 Elementos Presentes en las Artesas	86
6 Clasificación de Artesas	86
7 Clasificación de Artesas	87
8 Operación del Incinerador de la Facultad de Veterinaria y Zootécnia	88
9 Almacenamiento sin Considerar Incompatibilidad	87
10 Acumulación de Residuos Peligrosos	89
11 Almacenamiento de Reactivos Analíticos sin Considerar Compatibilidad	90
12 Residuos Hospitalarios	89
13 Acumulación de Materiales de la Fac. Vet. Zoot.	91
14 Acumulación de Baterías Automotrices Usadas	91
15 Problema de Diseño de Artesas	92
16 Acumulación de Basura en Campanas	92
17 Recolección y Transporte de Residuos en CU	93
18 Sobrecupo en Vehículos de Transporte	93
19 Contenedores Apropiadas para Residuos Peligrosos	94
20 Contenedores Apropiadas para Residuos Peligrosos	94

INTRODUCCION

Los residuos emergen como un problema social a partir del siglo XIX debido al desarrollo industrial y a los cambios demográficos culminando en un sistema legislativo que empieza a introducir la protección de la salud por la contaminación y estados de incomodidad (Higginson, 1992).

A pesar de los decretos de Leyes para proteger las comunidades de los daños ambientales y riesgos a la salud por los residuos peligrosos, la inercia prevalece en la disposición final inadecuada de los residuos peligrosos.

En México, según datos oficiales, anualmente se generan 73 millones de toneladas anuales de residuos industriales a nivel nacional, de los cuales 5 millones se pueden considerar residuos industriales peligrosos (SEDUE, 1986).

Los datos anteriores, son resultado de una evaluación global conservadora, ya que sólo considera una parte como sustancias peligrosas sin tomar en cuenta la generación de décadas pasadas en que la protección del medio ambiente no había sido tomada en cuenta.

En cuanto a las instituciones de enseñanza e investigación representan un porcentaje significativo del número total de generadores de cantidades pequeñas. Aunque existe poca comparación entre un laboratorio con otros generadores, éstos producen cientos de diferentes residuos peligrosos por año.

En la mayoría de los laboratorios que generan residuos comprenden, esencialmente, reactivos excedentes y caducados, o bien, reactivos no requeridos o descartados; preparaciones de investigación; residuos de solventes; muestras de pruebas analíticas; muestras de control biológico y residuos contaminados

con agentes infecciosos; residuos de animales de experimentación y medicamentos (Reinhardt y Gordon, 1991) así como sustancias radioactivas.

La determinación sobre el número de residuos peligrosos se ha estimado, pero es posible afirmar que existen potencialmente muchos residuos diferentes que pueden ser encontrados en cantidades pequeñas en un laboratorio.

En este aspecto, existen en el laboratorio excelentes técnicas de tratamiento y disposición de residuos, pero la causa general con los reglamentos estatales y federales para considerar los problemas especiales de los laboratorios, hacen que muchos procedimientos sean inaceptables en el manejo integral de los residuos o que se sujetan a varias interpretaciones en el reglamento.

Esto refleja de una manera incierta e insegura el manejo integral de los residuos que se generan dentro de sus instalaciones de las instituciones, especialmente con los residuos peligrosos.

Lo anterior conlleva a que se presenten problemas de salud y contaminación ambiental, manifestandose en la proliferación de fauna nociva (diversos vectores de enfermedades); azolve de alcantarillas y riesgo de inundación; olores y polvos en el aire; riesgos de incendio y derrames de residuos peligrosos; contaminación de agua y suelo; así como también impacto a la estética de áreas verdes y lugares de recreación. Estos problemas pueden agravarse en caso de contacto con los residuos líquidos y sólidos cuya toxicidad, inflamabilidad, reactividad y corrosividad los hacen ser peligrosos para el personal que desarrolla actividades de recolección y transporte, para la comunidad universitaria y para la infraestructura de la misma.

Por lo anterior y ante la responsabilidad de las instituciones de educación superior de atender los problemas prioritarios relacionados con la protección del medio ambiente, en especial del campus universistario, el presente trabajo tiene como objetivo conocer el estado actual del manejo integral de los residuos peligrosos en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), planteando los siguientes objetivos específicos:

- a) Estimar visualmente la proporción de los residuos peligrosos presentes entre los residuos sólidos convencionales.
- b) Ubicar los sitios de generación y almacenamiento que están contaminados con residuos sólidos peligrosos.
- c) Identificar aquellos sitios que contengan cantidades importantes de residuos peligrosos que demanden mayores precauciones de almacenamiento, transporte, recolección, tratamiento y disposición final.

Las metas específicas que se pretenden lograr, son las siguientes:

- 1) Conocer las clases de residuos peligrosos que se generan en Ciudad Universitaria en las facultades, centros e institutos, talleres, comercios, etc.
- 2) Utilizar herramientas sencillas con fotografías y transparencias que auxilien en la evaluación preliminar y supervisión visual de las diversas etapas del manejo de estos tipos de residuos peligrosos.
- 3) Identificar los diversos grados de atención que demanden los

diferentes tipos de residuos peligrosos en Ciudad Universitaria.

- 4) Proponer recomendaciones factibles al sistema de manejo de residuos sólidos en CU con el objeto de ser considerados viables por la Dirección General de Obras y Servicios Generales de la UNAM, y servir como base de estimación para las posibles mejoras y aumentos en infraestructura del servicio existente actualmente suministrado.

Con los objetivos y metas planteadas se pretende conseguir los siguientes alcances:

- a) hacer del conocimiento a las autoridades universitarias sobre los riesgos de manejo de los residuos peligrosos conjuntamente con los no peligrosos,
- b) realizar evaluaciones prácticas y sencillas sobre las diversas etapas de manejo de residuos peligrosos en centros de investigación y educación superior,
- c) establecer una línea de investigación de manejo de residuos peligrosos en la Maestría en Ingeniería Ambiental de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería.
- d) proporcionar algunas alternativas del manejo de residuos peligrosos dentro del campus universitario.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

En México se inició una generación muy importante de residuos peligrosos a partir de la colonia, básicamente por la recuperación de metales preciosos. La segunda etapa se da ya a principios de este siglo con la explotación a nivel masivo de recursos petrolíferos. En estas dos instancias, si bien había una cantidad importante de residuos que se generaban, eran lugares muy bien localizados y por tanto, eran poblaciones afectadas muy específicas.

A partir de la Segunda Guerra Mundial se inicia un proceso muy acelerado de industrialización del país. En otros países se inició a detectar un incremento de enfermedades "de países desarrollados", como cáncer e intoxicaciones crónicas que se fueron asociando a condiciones laborales y una parte de ellas con un manejo inadecuado de los residuos industriales y peligrosos que se generaban.

Actualmente se puede hablar de una etapa que se caracteriza por una producción masiva de bienes de consumo y una diversidad inmensa de productos químicos en el mercado (Herrera-Acevedo, 1989). Se calcula que existen más de 95 000 productos químicos de uso común en el mundo (Higginson, 1992), y por una diversidad de procesos industriales se generan grandes cantidades de residuos industriales y peligrosos que afectan severamente la salud en los habitantes de nuestro planeta (Scott, 1989).

1.1 Definición y Clasificación de los Residuos.

Un residuo se define como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Ley

General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988).

Los residuos sólidos son sustancias, soluciones, mezclas ó artículos emanados de las actividades humanas para los cuales no se tiene definido un uso directo, pero que son transportados para reprocesado, almacenamiento, eliminación por incineración ó algún otro método de disposición. El término "residuo sólido" no necesariamente tiene que ser sólido, ya que puede ser líquido, semisólido o materiales conteniendo gases, así también como sólidos (Lindgren, 1983). Una definición de residuo en un modelo económico establece que "los residuos son recursos que estan fuera de lugar", (Higgins, 1991).

Por su origen, existen tres tipos de residuos: (1) residuos municipales, (2) residuos industriales y (3) residuos peligrosos (Peavy et al, 1989).

Los residuos municipales (tabla 1) incluye residuos de preparación de alimentos, restos de comida, basura combustible y no combustible, cenizas, residuos de demoliciones y de construcción y residuos especiales .

Tabla 1 Clasificación de Residuos Municipales.

Componente	Descripción
Desechos Alimenticios	Residuos de animales, frutas o vegetales resultado del manejo preparación y cocinado de alimentos. Son putrecibles de fácil descomposición y fermentables.
Basura	Desechos sólidos combustibles y no combustibles excluyendo residuos alimenticios o materiales

Cont. tabla 1

putrescibles. Los primeros incluyen papel, cartón plásticos, textiles, cuero, madera, mobiliario y de jardinería. La no combustible consiste en vidrio, cerámica, hojalata, aluminio, metales ferrosos, polvo y desechos de construcción.

**Cenizas
y Residuos**

Materiales que permanecen después de quemar madera, carbón, coque y otros materiales combustibles. Residuos de termoeléctricas normalmente no están incluidas en esta categoría. Las cenizas y residuos están compuestas por polvos finos, escoria y pequeñas cantidades de material parcialmente quemado.

**Residuos de
Demoliciones
y Construcción**

Residuos de edificios derrumbados y otras estructuras son clasificados como materiales de demoliciones. Residuos de construcción, remodelación, reparación de edificios residenciales, comerciales e industriales, y estructuras similares son clasificados como desechos de construcción. Incluyen polvo, piedras, concreto, ladrillo, yeso, maderas, tablillas y de plomería.

**Residuos
Especiales**

Residuos de barrido de avenidas, acamado de corrales, restos de animales y vehículos abandonados son considerados como residuos especiales.

Los residuos industriales son todos aquellos derivados de la actividad industrial que incluyen plásticos, cenizas, papel de oficina y cómputo, residuos de construcción y de demolición, residuos especiales y residuos peligrosos.

En cuanto a los residuos peligrosos, son aquellos que poseen potencialidad de provocar un daño sustancial inmediato ó después

de un período de tiempo sobre la vida humana, animal ó vegetal ó de deterioro a los materiales. Los residuos peligrosos han sido definidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) como un desecho ó combinación de residuos que posean un peligro sustancial ó potencial para la salud humana u organismos vivos porque (1) tales residuos son no biodegradables ó persisten en la naturaleza, (2) pueden ser biológicamente infecciosos, (3) pueden ser letales ó (4) pueden de otra forma causar ó tender a provocar efectos acumulativos dañinos (Phifer, 1990). Para Hirschhorn y Oldenburg (1987) un residuo peligroso es todo residuo que contamina cuando es descargado al agua o suelo y las emisiones al aire sin hacer caso de como se está generando ó si éste está regulado.

Por sus características y de acuerdo con la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88 (SEDOE, 1988), los residuos peligrosos son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico que, por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representan un peligro para equilibrio ecológico o el ambiente.

Las características venenosas, biológicas infecciosas e irritantes se equiparan con las propiedades de toxicidad del residuo.

Para la determinación de los residuos peligrosos, se aplican los criterios de corrosividad, toxicidad al ambiente, reactividad, explosividad e inflamabilidad (Varma et al, 1982) también descritas en la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88.

Los residuos potencialmente peligrosos, son todos aquellos residuos para los cuales la medición de sus efectos o propiedades no son del todo confiables, por lo cual y con el fin de prevenir

efectos sobre el hombre y su medio ambiente, se encuentran listados como potencialmente peligrosos, y su manejo debe ser igualmente regulado.

1.2 Generación de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos son generados durante la actividad productiva (industrial, investigación, comercial, doméstica, etc.).

Durante su manejo es de interés primordial la identificación de los tipos y cantidades desarrollados en cada fuente, con énfasis en aquellas donde el significado de cantidades de residuos peligrosos son considerables; aunque existe muy poca información sobre los volúmenes y tipos de residuos que se generan dentro de las comunidades y en varias industrias. Sin esta información, es difícil desarrollar una base de datos sobre generación de residuos y sus tipos de peligrosidad (Tchobanoglous et al, 1977).

Uno de los problemas que se manifiesta durante el manejo de los residuos peligrosos, es que, al estar en contacto con material que se considera no peligroso, aquel que era considerado como inerte, se contamina, aumentando significativamente el volumen, comparado con la cantidad del residuo original, especialmente donde existe materiales adsorbentes tales como papel, trapo, paja, material de acame de animales de experimentación o donde el suelo dentro del cual el desecho líquido peligroso se ha percolado. En ambos casos, los materiales impregnados con residuos peligrosos también deberán ser clasificados, en principio, como residuos peligrosos.

1.2.1 Clasificación de los Residuos Peligrosos

Desde el punto de vista práctico, los residuos peligrosos están considerados en cinco categorías generales : 1) sustancias radiactivas, 2) sustancias químicas, 3) residuos biológicos, 4) residuos inflamables, y 5) explosivos. Las sustancias químicas incluyen residuos que son corrosivos, reactivos o tóxicos. (Peavy et al, 1989).

a) *Sustancias Radiactivas.*

Son sustancias radiológicas aquellas que emiten radiación ionizante y son de especial atención porque persiste en grandes periodos de tiempo. Su manejo, en nuestro país, está controlado y regulado por la Ley de Salvaguardas y Protección Radiológica.

b) *Sustancias Químicas.*

Los reactivos químicos son clasificados según su estado físico y la alta pureza para el empleo en investigación, pruebas analíticas y muchas aplicaciones clínicas, en las cuales las sustancias se emplean en pequeñas cantidades. Los grupos que incluye son: 1) compuestos orgánicos sintéticos; 2) metales inorgánicos, sales, ácidos y bases; 3) inflamables y 4) explosivos.

En cuanto al tipo de residuos, se incluyen las siguientes categorías: solventes, ácido/base, metales pesados, plaguicidas, reactivos, reactivos químicos sin cristalizar y residuos de recubrimiento metálico y tratamiento con calor.

Los metales pesados son peligrosos debido a sus efectos tóxicos y acumulativos sobre diversos sistemas del cuerpo. Entre los más importantes están: arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y plata.

Los biocidas o plaguicidas son empleados como herbicidas, insecticidas, fungicidas y raticidas, los cuales están regulados en su uso por normas ambientales. De aquí que aquellos usuarios e industriales que eliminan estos materiales se consideran generadores de residuos peligrosos. El empleo de algunos plaguicidas como el DDT y el silvex están prohibidos en los E.U.A. por ser altamente tóxicos para la salud y para la ecología. Existen alrededor de 250 plaguicidas, y en la tabla 2 se enlistan algunos importantes.

Tabla 2 Plaguicidas más Comunes

Plaguicidas	Número de EPA
Aldicarb	P070
Aldrín	P004
Pentóxido de arsénico	P010
Clordano	U036
2,4 Acido diclorofenoxiacético	U240
DDT	U061
Dieldrín	P037
Dinoseb	P020
Endosulfan	P050
Endrín	P051
Heptacloro	P059
Hexaclorobenceno	U127
Kepone	U142
Lindano	U129

Cont. tabla 2

Metoxicloro	D014
Paration de metilo	P071
Nicotina	P075
Paration	P089
Pentaclorofenol	F027
Acetato fenilmercúrico	D009
2,4,5-Acido Triclorofenoxiacético	U232
Tiram	U244
Toxafeno	P123
Warfarina	U248

Los residuos de recubrimiento electrogalvánico y tratamiento con calor son los que se emplean para electrodeposición, anodización y tratamiento en baño con salmueras. Estas contienen cianuros, cromo, cobre, latón, etc, los cuales son clasificados como materiales peligrosos.

c) *Residuos Biológicos.*

Las principales fuentes de residuos biológicos peligrosos son hospitales e instalaciones de investigación biológica. Las características de éstos son su capacidad para infectar organismos vivos; y la capacidad para producir toxinas son su característica más significativa causando graves enfermedades en los seres vivos hasta producir la muerte.

d) Residuos inflamables

Los residuos inflamables incluyen los solventes, aceites, plastificadores y muchos de los materiales orgánicos volátiles. Entre los solventes estan aquellos líquidos que son empleados para adelgazar, desengrasar, limpiar y remover compuestos solubles.

Cualquier residuo de la redestilación, pinturas o revestimiento que contenga solventes, son considerados como residuos peligrosos.

En la tabla 3 se enlistan algunos solventes peligrosos más comunes que menciona la EPA.

El manejo de residuos de solventes se lleva a cabo en contenedores específicos, principalmente de acero inoxidable ó fibra de vidrio, con capacidad de 115 ó 192 litros.

• Tabla 3 Solventes Peligrosos más Comunes.

Solventes	Número de EPA
Acetona	F003
Benceno	F005
Alcohol butílico	F003
Disulfuro de carbono	F005
Tetracloruro de carbono	F001
Clorobenceno	F002
Cresol	F004
Acido cresílico	F004
Ciclohexano	F003
o-Diclorobenceno	F002
Etanol	D001
2-Etoxietanol	F005
Acetato de etilo	F003
Etilo de benceno	F003
Eter etílico	F003
Dicloro etileno	D001

Cont. Tabla 3

Isobutanol	F005
Isopropanol	D001
Queroseno	D001
Metanol	F003
Etil Metil cetona	F005
Cloruro de metileno	F001
	F002
Isobutil metil cetona	F003
Nafta	D001
Nitrobenceno	F004
2-Nitropropano	F005
Solventes de petróleo	D001
(temp. de inflamación menos de 140 F)	
Piridina	F005
1,1,1-Tricloroetano	F001
	F002
1,1,2-Tricloroetano	F002
Tetracloroetileno	F001
(percloroetileno)	F002
Toluenc	F005
Tricloroetileno	F001
	F002
Triclorofluorometano	F002

Los reactivos descritos como inestables incluyen aquellos materiales que reaccionan violentamente con el aire o agua, así como otros oxidantes fuertes, sensibles a cambios de concentración, sensibles al calor y explosivos. Un oxidante fuerte puede ser empleado para cambiar la composición de un material y muchos catalizadores se emplean para acelerar la velocidad de una reacción. En la tabla 4 se mencionan, según la EPA, algunos de estos materiales reactivos oxidantes.

Tabla 4 Algunos Reactivos Oxidantes Fuertes más Importantes

Clase de reactivos	Ejemplo
Peróxidos orgánicos	Peróxido de Benzoilo
Sólido inflamable	Polvo negro
Pirofórico	Butilo de litio
Solvente productor de peróxido	Eter isopropílico
Reactivos al agua	Sodio metálico
Reactivos al aire	Cloruro estánnico
Explosivo	Azida de plomo

Como una forma de clasificar los residuos peligrosos, la EPA asigna una 'clave' la que depende del proceso efectivo donde intervienen o se generan (Kaufman, 1990). En cuanto a las normas nacionales, la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos.

1.3 Clasificación de Generadores de Residuos Peligrosos.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en Materia de Manejo de Residuos Peligrosos (Gaceta Ecológica, 1989), define un generador como una persona física o moral que, como resultado de sus actividades, produzca residuos peligrosos; también, expide las normas técnicas ecológicas y el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento,

reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.

En cuanto a generadores de residuos peligrosos, dependiendo de la cantidad y tipo de residuos producidos o acumulados mensualmente se clasifican de acuerdo a la EPA como: generadores de cantidades pequeñas, generadores mayores y generadores exentos condicionalmente (Kaufman, 1990).

Los generadores de cantidades pequeñas son aquellos que producen mensualmente más de 100 kg pero menos de 1000 kg de residuos peligrosos ligeramente activos; menos de 100 kg de residuos que resulta de la limpieza de cualquier residuo ó suelo contaminado, agua u otros residuos que involucran material peligroso activo ó tóxico; y menos de 1 kg de un residuo peligroso tóxico.

Los generadores que excedan estas cantidades se consideran generadores mayores. Los que producen menos de estas cantidades son considerados como generadores exentos condicionales.

En la tabla 5 se presentan algunos de los generadores de cantidades pequeñas considerados como los más importantes.

Tabla 5 Algunos Generadores de Cantidades Pequeñas.

Laboratorios académicos (escuelas secundarias y colegios)
Servicio de mantenimiento de aerolíneas
Clínicas de animales
Reparación de antigedades
Museos y estudios de arte
Empresas de asfaltado de pavimentos
Talleres mecánicos

Cont. Tabla 5

Laboratorios de productos biológicos
Empresas constructoras (que manejen explosivos)
Servicios de limpieza y mantenimiento de edificios
Manufactura de cerámica
Laboratorios de investigación química
Manufactura de computadoras y microcircuitos
Servicio de fotocopiado y heliográficas
Manufactura de cosméticos
Equipamiento de reparación de tiendas
Exterminadoras (control de pestes)
Distribuidor de suministros para granjas
Manufactura de petardos y pirotécnia
Servicios de funerales (elaboración de ataúdes)
Manufactura de mobiliario
Compañías de gas
Campos de golf
Ferreterías
Invernaderos (por residuos de fertilizantes)
Hoteles
Distribuidores de gases industriales
Joyeros
Tiendas de máquinas
Pulidoras de metal
Gobierno municipal
Tipografías e impresoras
Distribuidores de pinturas
Empresas de pintado
Laboratorios farmacéuticos
Farmacias
Distribuidores de material fotográfico
Talleres de revelado de fotografías
Impresoras

Cont. tabla 5

Laboratorios de investigación científica y clínica
Instalaciones de mantenimiento de escuelas
Estaciones de servicio, gasolineras
Distribuidores de material para mantenimiento de albercas
Fabricante de utensilios y herramientas
Terminales de autobuses
Distribuidores de suministro de soldadura
Hospitales, clínicas y centros de salud

1.3.1 Normatividad para Generadores en México.

En nuestro país, no esta normalizada la clasificación de los generadores. Sin embargo, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (Gaceta Ecológica, 1989), en su Artículo 6^a, dictamina que las personas físicas como morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, tienen entre otras obligaciones, inscribirse en el registro de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para determinar y reportar si sus residuos son peligrosos.

Para la determinación de residuos peligrosos, deberán realizarse las pruebas y los análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se comparará con el listado de residuos peligrosos que expide la SEDESOL, previa opinión de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), de Salud, de Energía, Minas e industria Paraestatal (SEMIP), de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y de la

Secretaría de Gobernación. Así también, en la manifestación de impacto ambiental correspondiente, deberán señalarse los residuos peligrosos que vayan a generar o manejar con motivo de la realización de la obra o actividad de que se trate, así como las cantidades de los mismos.

Entre las obligaciones de éstos generadores estan: llevar bitácora mensual de generación de residuos peligrosos; dar a los residuos el manejo previsto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas; manejar separadamente, envasar, identificar, almacenar, transportar y dar a los residuos peligrosos el tratamiento y disposición final que corresponda, remitiendo a la SEDESOL un informe semestral sobre los movimientos efectuados.

Para el manejo de los residuos peligrosos, las personas autorizadas deben contar con la autorización de la SEDESOL y presentar un programa de capacitación de operadores, documentación que acredite al responsable técnico y un programa de contingencia.

Las áreas de almacenamiento deben reunir condiciones especiales como son entre otras: separar áreas administrativas y de operación, ubicarse en sitios donde se reduzcan los riesgos, contar con muros de contención, losas de retención, pisos con trincheras o canaletas para conducir derrames, pasillos amplios para el tránsito de montacargas, sistemas de extinción contra incendios, señalamientos y letreros.

Para importar o exportar residuos peligrosos debe hacerse la solicitud a la SEDESOL con anticipación, conteniendo datos de identificación de los exportadores, de los transportistas y del destinatario; así como los residuos a importar o exportar, previa

fijación del monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros acordados con las Leyes Aduanales de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHYCP).

Las infracciones a la Ley y Reglamentación serán sancionadas por la SEDESOL mediante multas, clausuras o arresto administrativo, quien podrá revocar las autorizaciones y conceder plazos para subsanar las infracciones cometidas, imponiendo multas diarias por cada día que transcurra sin obedecer el mandato.

Con relación a las normas técnicas ecológicas y publicaciones legales, hasta ahora emitidas oficialmente como instrumentos de apoyo para la Ley y el Reglamento, en materia de residuos peligrosos, se resumen en forma cronológica de la siguiente manera:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, publicada el 28 de enero de 1988.
- La norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, establece los criterios para la determinación de los residuos peligrosos y el listado de los mismo, publicada el 6 de junio de 1988.
- La norma técnica ecológica NTE-CRP-008/88, establece los requisitos que debe reunir los sitios destinados al confinamiento de los residuos peligrosos excepto los radiactivos, publicada el 6 de junio de 1988.
- El Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del medio Ambiente en materia de residuos peligrosos, publicado el 25 de noviembre de 1988.
- La norma técnica ecológica NTE-CRP- 002/88, establece los

procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente, publicada el 14 de diciembre de 1988.

- La norma técnica ecológica NTE-CRP- 003/88, establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos ó más de los residuos considerados como peligrosos para la norma técnica ecológica NTE-CRP- 001/88, publicada el 14 de diciembre de 1988.

- La norma técnica ecológica NTE-CRP- 010/88, establece los requisitos que deben observarse en el diseño construcción y operación de celdas de confinamiento controlado para residuos peligrosos determinados por la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88, publicada el 14 de diciembre de 1988.

- Acuerdo, que da a conocer los formatos en los que la industria nacional deberá declarar el volumen y tipo de residuos peligrosos señalados en el Reglamento, publicado el 3 de mayo de 1989.

- La norma técnica ecológica NTE-CRP- 009/89, establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos, publicada el 8 de septiembre de 1989.

- Acuerdo, que emite el formato de manifestación para empresas generadoras eventuales de residuos de bifenilos policlorados (BPC) provenientes de equipos eléctricos, publicado el 10 de noviembre de 1989.

- La norma técnica ecológica NTE-CRP- 011/89, establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de

residuos peligrosos, publicada el 13 de diciembre de 1989.

Para los efectos del Reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos que se generan en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización y de servicios.

1.3.2 Normatividad de la EPA.

Para los requerimientos obligatorios marcados por la EPA para un generador de cantidades pequeñas (GCP), son los siguientes.

a. Notificación

1. Definición. Un generador requiere obtener un número de identificación de la EPA (EPA ID #) para tratar, almacenar, disponer, transportar, u ofrecer transportación de los residuos peligrosos. El proceso administrativo para obtener su número de registro se conoce como notificación. Es importante reconocer que esta notificación no es considerada automáticamente como una autorización, licencia o permiso.

2. Proceso. El proceso de notificación es relativamente directo. Una vez que un generador acepta que produce las cantidades y tipos de residuos que le definen como un GCP, puede seguir varias etapas:

- a) Reportar el estado actual de manejo de residuos peligrosos a la agencia ambiental y requerir una copia de forma de la

EPA 8700-12, "NOTIFICACION DE ACTIVIDADES DE RESIDUOS PELIGROSOS". Instrucciones detalladas son proporcionadas en dos formatos.

b) Llenado del formato. Es un informe particular que muestra la dirección del correo y el sitio de dirección para operaciones relativas a la actividad de residuos peligrosos.

Esta distinción es importante por que la cédula de identidad EPA ID# tiene para localizaciones específicas entre los generadores y sus diferentes situaciones de manejo (Kaufman, 1990).

1.4 Prueba para Determinar si un Residuo es Peligroso.

En EUA, la EPA, y en México, la SEDESOL, han establecido los procedimientos de laboratorio que permiten determinar la movilidad de los constituyentes volátiles y no volátiles de un residuo, que lo hacen peligroso por su toxicidad al ambiente. Para este caso, se recomienda consultar la norma técnica ecológica NTE-CRT-002/88 (Diario Oficial, del 14 de diciembre de 1988) y el "Test Methods for the Evaluation of Solid Waste, Physical/Chemical Methods" SW-846, U.S Environmental Protection Agency Office of Solid Waste, Washington, D.C. 20460 (Nemerow, 1984).

1.5 Métodos de Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Peligrosos.

Con la introducción de nuevos materiales y productos, se producen diversos materiales de índole compleja que requieren procesos complicados de tratamiento y disposición final.

Para el tratamiento de los residuos peligrosos se puede llevar a cabo por medio de procesos físicos, químicos y biológicos (Tchobanoglous, 1977). En la tabla 6 se mencionan los más importantes y a continuación se describen algunos.

Tabla 6 Operaciones, Procesos y Clases de Tratamiento de Residuos Peligrosos.

Operaciones/Procesos	Funciones a Realizar *	Tipos de Residuos †	Formas de Residuos ‡
Tratamiento Físico			
Aeración	Se	1, 2, 3, 4	L
Remoción de amonio	Vr, Se	1, 2, 3, 4	L
Adsorción con carbono	Vr, Se	1, 2, 3, 4	L, G
Centrifugación	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Dialisis	Vr, Se	1, 2, 3, 4	L
Destilación	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 4	L
Electrodialisis	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 6	L
Encapsulamiento	St	1, 2, 3, 4, 6	L, S
Evaporación	Vr, Se	1, 2, 5	L
Filtración	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 5	L, G
Floculación/sedimentación	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Flotación	Vr, Se	1, 2, 3, 4	L
Osmosis Inversa	Vr, Se	1, 2, 4, 6	L
Sedimentación	Vr, Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Espesamiento	Se	1, 2, 3, 4	L
Lavado con vapor	Vr, Se	1, 2, 3, 4	L
Calcinación	Vr	1, 2, 5	L
Intercambio iónico	Vr, Se, De	1, 2, 3, 4, 5	L
Neutralización	De	1, 2, 3, 4	L
Oxidación	De	1, 2, 3, 4	L
Precipitación	Vr, De	1, 2, 3, 4, 5	L
Reducción	De	1, 2	L
Extracción de solvente	Se	1, 2, 3, 4, 5	L
Adsorción	De	1, 2, 3, 4	L
Tratamiento Térmico			
Incineración	Vr, De	3, 5, 6, 7, 8	S, L, G
Pirólisis	Vr, De	3, 4, 6	S, L, G

Cont. Tabla 6

Tratamiento Biológico

Lodos activados	De	3	L
Lagunas aeradas	De	3	L
Digestión anaerobia	De	3	L
Filtros anaerobios	De	3	L
Filtros rociadores	De	3	L
Lagunas de estabilización	De	3	L

* Funciones: Vr, reducción de volumen; Se, separación; De, detoxificación; y St, almacenaje.

† Tipos de residuos:

- 1 compuestos inorgánicos sin metales pesados;
- 2 compuestos químicos con metales pesados;
- 3 compuestos orgánicos sin metales pesados;
- 4 compuestos orgánicos con metales pesados;
- 5 radiológicos;
- 6 biológicos
- 7 inflamables;
- 8 explosivos.

Formas de residuos: S, sólido; L, líquido; G, gas

1.5.1 Tratamientos Físicos.

La mayoría de estos procesos son empleados o propuestos para el mejoramiento o recuperación de residuos municipales utilizando algunos medios de separación física de los componentes de los residuos aprovechando sus características físicas como tamaño de partícula, volumen, susceptibilidad magnética, conductividad eléctrica, y color; otras propiedades son también importantes en algunos procesos, ejemplo la elasticidad, brillo, maleabilidad, forma, área transversal, coeficiente de fricción y condiciones de superficie (Wilson, 1981).

1.5.2 Tratamientos Térmicos.

Es un método cuyo propósito es reducir tanto el peso como el

volumen de los residuos sólidos. Para el caso de residuos peligrosos, el objetivo puede ampliarse a la eliminación de su peligrosidad, así como a su transformación en formas químicas estables. Dichos propósitos, generalmente, se alcanzan mediante la destrucción de los residuos, donde las moléculas de materia orgánica son rotas en una oxidación brusca.

1.5.2.1 Incineración

Aún cuando existen subproductos de la incineración, tal como las cenizas, que requieren disposición adecuada, los volúmenes son significativamente reducidos y mucho más fáciles de manejar y a controlar las emisiones de gases y partículas a la atmósfera. La incineración es igual de costosa que el confinamiento controlado y una vez que la destrucción es completa, poca o ninguna responsabilidad se le atribuye al generador.

Su aplicación práctica debe evaluarse mediante las siguientes pruebas:

- . Reducir el volumen de los residuos a cenizas inertes.
- . Cambiar el carácter del residuo por combustión de compuestos orgánicos.
- . Cambiar el estado de los residuos por evaporación y combustión de líquidos, permitiendo sólo residuos sólidos.
- . Proporcionar tratamiento a los gases y vapores emitidos durante la combustión.

Por otro lado, existen ocho diferentes tipos de incineradores, con sus diferentes modificaciones construidos para tratar una amplia variedad de residuos peligrosos (Brunner, 1991). Se describen algunos tipos con sus características más relevantes.

1. *Incinerador de Inyección Líquida de Cámara Individual.*

Este incinerador es adecuado solamente para residuos líquidos. Es un método relativamente económico que puede destruir un amplio rango de materiales, incluyendo solventes y bifenilos policlorados (Brunner, 1991).

2. *Horno de Cemento.*

Son utilizados ampliamente para quemar residuos de pinturas, solventes gastados, residuos líquidos conteniendo metales de titanio, plomo, cromo, manganeso, zinc y bario con recuperación de energía de los procesos empleados en la manufactura del cemento (Vogel et al, 1988).

3. *Incinerador de Parrillas.*

Pertenece al tipo de incineración de combustión continua y actualmente es el método más utilizado. Para alimentar el horno, los residuos fluyen por gravedad a través de la tolva de alimentación sobre las parrillas los residuos son secados por la radiación y aire que entra debajo de las parrillas. Después del secado los residuos se incendian gradualmente. Después de terminar la combustión, los no combustibles se descargan como residuos de combustión (Brunner, 1991).

4. *Incinerador de Horno Rotatorio.*

Los residuos son vertidos verticalmente mediante una tolva, a un tambor de forma cilíndrica y posición inclinada, donde el aire es

inyectado a contracorriente desde el extremo opuesto a la alimentación de residuos. Este tipo de hornos son recomendados generalmente para residuos industriales líquidos y sólidos (Freeman, 1986; Brunner, 1991).

5. *Horno de Lecho Fluidizado.*

El lecho fluidizado se prepara mediante arena de cuarzo o de río, con un tamaño de partícula de aproximadamente 1 mm ó menos, la cual se usa como medio fluidizado junto con el aire de combustión, siendo este último suministrado por un ducto distribuidor localizado bajo la capa de arena. Los residuos deben ser alimentados con una granulometría parecida a la del material constituyente del lecho. Estos incineradores son recomendados para todos, o bien para ciudades pequeñas en la que no se cuenta con espacio suficiente para la disposición final de sus residuos sólidos y cenizas (Freeman, 1986).

6. *Horno de Pirólisis.*

Este es un proceso en el que se lleva a cabo una destilación destructiva de la fracción orgánica de los residuos sólidos. Esto sucede cuando el material orgánico se expone al calor en ausencia de oxígeno. Su diferencia con la incineración por combustión estriba en que esta última libera calor, mientras que la pirólisis absorbe calor. Sin embargo, los productos de la pirólisis pueden ser utilizados posteriormente como combustibles o reactivos. Los principales productos pueden ser: a) gases como hidrógeno, metano, anhídrido carbónico, y óxidos de carbono; b) líquidos como ácido acético, metanol, etc; y sólidos como el alquitrán (Nemerow, 1984; Freeman, 1986).

7. *Incinerador con Aire Controlado.*

Este incinerador es de doble cámara que opera con flujo de entrada de aire restringido en la primer cámara en la cual se alimentan los residuos. La temperatura de combustión es controlada por la manipulación del suministro de aire. Este tipo de incineradores se emplean para la eliminación de residuos hospitalarios, patogénicos e infecciosos (Reinhardt y Gordon, 1991).

1.5.3 Tratamientos Químicos.

El tratamiento químico de residuos puede ser menos peligroso y más tratable para disponerlos en tierra o descargarlos a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Esencialmente, involucra cambios de la estructura química de los materiales.

La ventaja del tratamiento químico como un método de disposición final incluye un costo relativamente más económico comparado con la incineración, y la responsabilidad del generador que es muy poca después del tratamiento.

Las plantas de tratamiento químico generalmente procesan grandes cantidades de material al mismo tiempo, con desechos de varios generadores. Los materiales líquidos son los más recomendables para estos tratamientos (Reinhardt y Gordon, 1991). Entre los más importantes están (Phifer, 1988):

a) *Neutralización.*

La neutralización de los residuos es un medio efectivo de

disposición para generadores de cantidades pequeñas con una planeación adecuada y consideraciones propias para residuos individuales tal como metales pesados los cuales no son fácilmente neutralizados (Schmidt et al, 1982).

La aplicación más obvia es para estabilizar ácidos o bases. Cuando las cantidades de ácidos son pequeñas pueden ser neutralizadas en el mismo laboratorio. Este método debe ser empleado con ciertas restricciones, ya que en ocasiones puede ser contraproducente por la formación de precipitados de metales pesados o emisión de gases tóxicos, en este caso, se prefieren otras opciones de neutralización.

b) *Absorción con carbón.*

Este método puede ser empleado para extraer ciertos solventes de soluciones acuosas. Es acompañado por movimiento de materiales residuales a través de una cama estacionaria de carbón activado.

c) *Intercambia Iónica.*

La remoción de partículas cargadas negativa o positivamente se usan para extraer muchos materiales de las soluciones acuosas. Los metales preciosos son frecuentemente reclamados de esta manera en los procesos de revestimiento por dorado o plateado y otras operaciones de acabado de metales.

d) *Oxidación-reducción.*

Este proceso es común para cianuros y otros materiales reactivos.

Otros materiales como compuestos orgánicos e inorgánicos también son adecuados para tratarlos por este método. El procedimiento involucra el rompimiento de enlaces químicos por movimiento de electrones de un material a otro. Esto puede resultar en un material menos peligroso en muchos casos (Schmidt, 1982).

1.5.4 Tratamientos Biológicos.

Los tratamientos biológicos representan una gran promesa para el futuro respecto a la disposición final de una amplia variedad de residuos. Los avances en Ingeniería Genética prometen tecnologías para destruir estos residuos, empleando microorganismos específicos.

1.5.5 Disposición en Tierra.

La disposición en tierra representa el almacenamiento a largo plazo dentro o sobre el suelo. Es por eso, que este método de disposición más popular y de más bajo costo, con gran capacidad, tuvo en el pasado un significado casi de selección automática para esta opción de disposición. Por los factores ambientales negativos que causan, se ha prohibido recientemente la disposición en tiradero a cielo abierto de muchos materiales.

1.5.5.1 Confinamiento Controlado.

Para los ambientalistas, el confinamiento controlado es el mejor método para la disposición final de residuos peligrosos. Es importante mencionar que, en E.U.A., cuando el generador dispone sus residuos peligrosos en un confinamiento controlado nunca

pierde la responsabilidad (EPA), aún cuando se tomen precauciones para asegurar el diseño apropiado y las consideraciones de manejo dentro dicho lugar. De aquí que sea frecuente el análisis químico antes de aceptar su manejo dentro del área asignada, motivo por el cual el confinamiento controlado en realidad es una de las opciones de disposición más costosa.

Una de sus características importantes del manejo del confinamiento controlado es que las sustancias o residuos peligrosos en estado líquido no pueden disponerse dentro de este lugar o sea, son incompatibles entre sí (Schmidt et al, 1982).

1.6 Programa de Minimización de Residuos.

La minimización de residuos, por parte de la EPA, incluye cualquier proceso que reduzca la carga (cantidad y tipo de residuos) sobre el tratamiento, almacenamiento o disposición final de los residuos peligrosos mediante reducción de la cantidad o la toxicidad de los mismos, y auxiliar en las medidas para protección de la salud humana y del medio ambiente.

En México, oficialmente no existe ninguna norma ecológica sobre la minimización de los residuos peligrosos; aunque en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, se menciona que "cada parte tomará las medidas apropiadas para reducir al mínimo la generación de residuos peligrosos y otros residuos en la exportación, tomando en cuenta aspectos sociales, tecnológicos y económicos; así como vigilar que el movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos y otros que se reduzcan al mínimo compatible con el manejo ambiental, de forma que se proteja la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos que

puedan derivarse de ese movimiento" (Diario Oficial, 1991).

Esta reglamentación puede forzar a un generador a disponer sus residuos en una instalación de disposición final de residuos peligrosos, aunque estos residuos no contengan características peligrosas. Si se demuestra que éste no es peligroso, entonces, se reducen significativamente los costos de disposición.

Los métodos propuestos por la EPA, a los generadores de cantidades pequeñas, para reducir los impactos ambientales de la disposición de residuos peligrosos son los siguientes:

1. Reducción en la generación de los residuos
2. Segregación de materiales incompatibles y concentración de volúmenes a ser manejados.
3. Recuperación
4. Incineración u otros tratamientos de estabilización.
5. Seguridad de la disposición final.

En cuanto a los métodos empleados para la minimización de la generación de residuos, en su mayoría recaen en alguna de las siguientes categorías:

- i) *Cambiar la Estrategia de Adquisición de Materiales y de los Métodos de Manejo.*

Es común que la compra de materiales se realice tratando de minimizar los costos de adquisición, sin tomar en cuenta el costo de disposición. Para considerar esta última sugerencia se propone:

- . Reducir al mínimo el número de productos empleados para una

misma actividad (líquidos de limpieza, aceites para maquinas de corte, etc). Esta propuesta reduce los problemas de anaquel y reduce el uso de recipientes parcialmente llenos a disponer posteriormente.

. Comprar en contenedores de tamaño apropiado para las condiciones que se requiera. Puede ser más económico comprar en pequeños contenedores de un producto perecedero que comprar en recipientes y tambos a un costo unitario bajo y después tener que disponer la porción no empleada o caducada.

. Reducir al mínimo el inventario de materiales peligrosos y asegurar que los contenedores viejos sean alternados de la parte posterior el frente cuando sean comprados nuevos materiales.

ii) Mejorar las Prácticas de almacenamiento.

Excesiva producción de residuos frecuentemente resulta de las prácticas de mantenimiento con materiales aceitosos y húmedos. Fugas de los tanques, válvulas, o bombas pueden causar cambios o procesos químicos al derramarse sobre el piso, requiriendo limpieza especial y costosa, así también disposición de los residuos en mayores volúmenes a las cantidades actuales.

iii) Cambio de Métodos de producción.

Existe una tendencia para continuar usando el mismo proceso obsoleto de manufactura, aún cuando ya se han desarrollado mejores métodos. Frecuentemente, los cambios resultan generar menor producción de residuos.

iv) Sustituir por Materiales menos Tóxicos.

Frecuentemente, un material no tóxico puede sustituir a uno que es tóxico o que causará un problema de tratamiento de residuos especiales. Para reducir los costos de disposición o para reducir la exposición con los trabajadores a un material tóxico puede justificar el cambio.

v) Reducir el Flujo de Aguas Residuales

Reducir el volumen de aguas residuales disminuye los costos de disposición. Si se minimiza lo suficiente (y proporcionalmente se incrementa la concentración), es factible recuperar materiales útiles entre los residuos.

vi) Separa los residuos y Manejar Segregados por Incompatibilidad.

Consiste en separar aquellos residuos que no requieren tratamiento especial de aquellos que si lo requieran. Esta práctica es poco aplicada, ya que es muy usual que los residuos tóxicos se pongan en contacto con residuos no tóxicos originando que la mezcla legalmente se constituya en un residuo peligroso.

vii) Reciclada y Reusa.

Es más barato reciclar un compuesto químico que comprar uno nuevo y pagar por los costos de disposición. Algunas veces un material puede ya no reunir las especificaciones para el proceso en el cual se esta empleando; sin embargo, el material puede aún ser empleado en otros procesos.

viii) Tratar de Reducir el volumen y Toxicidad.

Los costos de disposición se basan en la clasificación de residuos y de su volumen. Si un residuo tiene características peligrosas, entonces la disposición requiere de instalaciones especiales para tratar estos residuos. Si los residuos son tratados para eliminar las características peligrosas, entonces pueden ser dispuestos en un confinamiento controlado conjuntamente con otros residuos industriales, lo cual es considerado el más económico. Un medio para reducir el volumen los residuos es la incineración.

ix) Excluir de las Listas los Residuos que no Sean Tóxicos.

Los residuos pueden estar "enlistados" y ser considerados como peligrosos por el hecho de provenir de procesos en los cuales, generalmente, se han encontrado por experiencia producir residuos peligrosos.

Esta reglamentación puede forzar a un generador a disponer de sus residuos en una instalación de disposición final de residuos peligrosos, aunque éstos no contengan características peligrosas.

Si se demuestra que éste no es peligroso, entonces se reduce los costos de disposición.

CAPITULO 2

MATERIAL Y METODOS

Debido a que la información que se planteó conocer es considerada hasta cierto punto confidencial para las autoridades de la UNAM, se solicitó el apoyo logístico de la Dirección General de Obras y Servicios Generales (DGOSG) para llevar a cabo este proyecto de investigación, el cual se realizó en dos etapas. La primera consistió en hacer un reconocimiento general de las artesas de almacenamiento de los residuos generados en CU y posteriormente clasificarlas de acuerdo a la presencia de los residuos peligrosos. En la segunda etapa se realizaron encuestas con los generadores para detectar problemas de manejo integral de residuos peligrosos.

2.1 Conocimiento Cualitativo de los Residuos.

Consistió en realizar visitas a todos los depósitos de almacenamiento (artesas) de residuos que se generan en las diferentes Facultades, Institutos y áreas administrativas dentro de la Ciudad Universitaria; así también, conocer los procedimientos de recolección, transporte y disposición final, incluyendo las actividades que se realizan en la estación de transferencia.

2.2 Ubicación y Clasificación de las Artesas.

La artesa es un sitio construido *expresamente* para el depósito de los residuos sólidos de las diferentes generadores en la Cd. Universitaria, las cuales se encuentran ubicadas en sitios estratégicos cercanos a éstos. La ubicación se realizó por medio de planos que facilitó la DGOSG de la UNAM. Su clasificación se hizo en función del contenido de variedad de tipos y volumen de los residuos peligrosos, apegándose al formulario 1 (apéndice A).

Como una forma de identificar los diversos grados de atención que demandan los diferentes tipos de residuos sólidos peligrosos se visitaron todos las artesas en un mínimo de tres ocasiones en diferentes días y en diferentes semanas. En cada visita se hicieron las anotaciones sobresalientes sobre el tipo de residuos encontrados dentro de la artesa, de acuerdo al formulario 1.

Como una forma del análisis de evaluación del tipo de residuos encontrados en las artesas, se tomaron fotografías y transparencias cuando se consideró relevante la presencia de algunos residuos peligrosos, considerados de acuerdo a la norma técnica ecológica NTE-CRP-001/88.

2.2.1 Toma de Fotografías.

Para la toma de fotografías se empleó una cámara reflex, automática, marca Minolta, con lente de 35 mm 1:2, con rollos fotográficos en papel y en transparencia de sensibilidad ASA 100.

Para la mejor observación de los contenidos en las bolsas de plástico, encontradas dentro de la artesa, se empleó una navaja para hacer una ruptura lateral, y, como medida de seguridad, se emplearon guantes de látex tipo cirujano, y cubreboca de malla, como una medida para prevenir problemas de contaminación en la salud del observador.

Al final de la primera etapa de trabajo, se realizó una evaluación de la artesa, clasificándola en función de la presencia de residuos peligrosos como: 1) artesa de alto riesgo (AAR), 2) artesa de riesgo moderado (ARM) y 3) artesa sin riesgo. Bajo estas condiciones se priorizó la información para la siguiente etapa del trabajo de investigación.

Las artesas de alto riesgo son consideradas aquellas en las que después de las visitas programadas se encontraron con alto contenido de residuos considerados peligrosos, tanto en variedad como en volumen, de acuerdo a la bibliografía consultada. Las artesas de riesgo moderado son aquellas que tiene baja cantidad y poco volumen de residuos peligrosos. Finalmente se consideran artesas sin riesgo aquellas que durante las visitas no se encontraron cantidades significativas de residuos peligrosos.

2.3 Encuesta con los Generadores.

Después de observar el contenido de residuos peligrosos, en cuanto a cantidad y volumen dentro de las artesas, éstas, se clasificaron y se ubicaron dentro del plano correspondiente. Esto dio la pauta para dar prioridad a que la encuesta fuera dirigida, principalmente, a los generadores identificados que depositan sus residuos peligrosos en dichas artesas. Por lo tanto, se encuestaron directamente a jefes de laboratorio, investigadores, profesores de carrera, laboratoristas y alumnos; apegándose al formulario 2 y 3 (apéndices B y C), con el propósito de conocer directamente los problemas relacionados con el manejo integral de los residuos peligrosos.

2.3.1 Análisis de la Información de los Generadores.

Se realizó el análisis de la información obtenida en la encuesta sobre la problemática que se tiene en el manejo y disposición de los residuos peligrosos dentro del campus universitario, para de ahí partir hacia las recomendaciones de procedimientos del manejo y de minimización de generación de los residuos peligrosos.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

21

De acuerdo al plano proporcionado por la DGOSG (apéndice E) se muestra que existen 92 artesas, de las cuales 4 no se localizaron; así que para fines de clasificación sólo se tomó como base de cálculo 88 artesas.

3.1 Evaluación de los Residuos Durante las Visitas a la Artesas.

Los tipos de residuos que se encontraron en las artesas son de origen municipal (doméstico y comercial), industrial, hospitalario y peligroso, así como aquellos provenientes de talleres de mantenimiento y de litografía.

3.1.1 Residuos de Origen Municipal

Fué muy frecuente encontrar una gran número de bolsas de plástico con residuos domésticos en la mayoría de las artesas y depositos giratorios (campanas) distribuidas dentro del campus universitario.

También se encontró restos de comida y de residuos de frutas provenientes de los comercios cercanos a CU , de los comedores de la propia institución y desperdicios de alimentos perecederos de las tiendas de los empleados universitarios; lo que atrae consigo una gran cantidad de fauna nociva (perros, ratas, etc) siendo un peligros potencial por afectar la salud y seguridad de la comunidad universitaria .

Otras basuras municipales que se encontraron en grandes volúmenes en la mayoría de las artesas son: papel de oficina y de computación; material de empaque como cartón, pedacería de madera, escombros; y restos de materiales de construcción.

3.1.2 Residuos Industriales.

Respecto de los residuos industriales, fué muy común encontrar plásticos en grandes volúmenes, fragmentos de películas fotográficas, latería en general, envases de vidrio, trapo, recipientes de aceites y lubricantes, guantes y mascarillas de las actividades de odontología y frascos de tintas para equipo de fotocopiado entre otros.

3.1.3 Residuos Peligrosos en Ciudad Universitaria.

En cuanto a residuos peligrosos se encontró una amplia variedad de componentes, tanto en cantidad como en volumen, así tenemos material empleado para camas de animales (acame) en experimentación y reproducción (aserrín) puesto en bolsas de polietileno, de las que despedían olores a solventes y medicamentos. En la mayoría de las veces en que se realizaron las observaciones, el mismo aserrín, estaba mezclado con cadáveres de ratas, conejos, cobayos, gasas, algodón y medicamentos. En algunas artesas se encontraron frascos de reactivos conteniendo soluciones preparadas (fotografía 1); pescados, y vísceras de animales.

En las artesas que reciben residuos de los bioterios y de algunos Institutos de Investigaciones Biomédicas, Limnología y Fisiología Celular fué común encontrar frascos con medicamentos; frascos conteniendo embriones de origen desconocido; cajas Petri con medios de cultivo contaminados; cajas Petri aparentemente vacías; pipetas y viales de cristal y de plástico utilizados en el laboratorio (fotografía 2). Como se observa en la fotografía 3, existe una variedad de materiales hospitalarios considerados como residuos peligrosos e incluye gasas con tejidos, jeringas,

agujas, algodón y equipo de administración de suero; restos de animales empleados en el laboratorio, cenizas y restos del cremador de medicina.

Generalmente, en todas las artesas se encontraron residuos sanitarios como papel, toallas y pañales desechables; pilas alcalinas; envases con atomizadores de cosméticos, desodorantes y envases de pinturas, todos estos residuos están mezclados con los demás tipos de residuos no peligrosos.

3.1.4 Otras Actividades que Generan Residuos.

Otros elementos encontrados dentro de las artesas son los restos de las actividades de deshierbe de vialidades y jardinería, que se producen en grandes volúmenes, causando dificultades en el manejo de los residuos sólidos durante el traslado desde la artesa hasta el camión recolector (fotografía 4).

También en los talleres mecánicos se observó que gran parte de los residuos de aceite son eliminados al drenaje, los cuales a su vez, son descargados en grietas que están localizadas cerca de los mismos talleres.

3.2 Elementos Presentes en las Artesas.

Fue muy frecuente encontrar personas adultas y niños, inclusive una familia completa de 5 elementos, recolectando cartón, papel, botellas y bolsa de plásticos principalmente (fotografía 5).

En plática con ellos, mencionaron que llevan hasta 15 años recolectando este tipo de desechos y que las enfermedades más

comunes que padecen son de tipo dérmico y gastrointestinal.

Otros elementos que se encontraron muy frecuentemente durante la evaluación de los residuos dentro de las artesas fueron perros, ardillas, ratas y pájaros; así también insectos tales como cucarachas, moscas etc, donde existió materia orgánica en descomposición. Cabe destacar que fue muy frecuente encontrar en las artesas ratas, víboras, zorrillos y otros animales, los cuales, en ocasiones agreden al personal encargado de recolectar y transportar los residuos de las artesas.

3.3 Clasificación de las Artesas.

Con base a los resultados obtenidos en las diferentes visitas y observaciones realizadas en cada una de las artesas que conforman el sistema de captación, recolección y disposición final de los residuos peligrosos y no peligrosos, y tomando en cuenta la diversidad, cantidad y volumen; finalmente, las artesas se clasificaron de acuerdo a la tabla 7.

En el plano que se anexa, se anotó el número de la artesa que fue clasificada de acuerdo a las observaciones realizadas y para mayor precisión en su localización las AAR están remarcadas en círculos y las ARM en cuadros.

En relación a la localización de las artesas dentro de los espacios de la Universidad, existen cinco artesas que se encuentran dentro de plazuelas, en sitios cercanos a centros comerciales que expenden alimentos preparados y sobre pasillos o andadores. Adjunto a dos de estas artesas, existen guarniciones de piedra brasa las cuales son utilizadas como sitios de descanso

y para consumo de alimentos, o simplemente como zona obligada de paso (fotografía 6).

Tabla 7 Clasificación de Artesas de Acuerdo al Contenido de Residuos peligrosos.

No. Artesa en el Plano	Clasificación de la Artesa	Fac. o Instituto a la que Pertenece	Porcentaje (%)
32 35 38 36 37 40 42 43 46 57 69	AAR	Fac. Química Ins.Inv.Biomedicas Ins.Inv.Biomedicas Fac. Medicina Fac. Medicina Fac. Odontología Fac. Vet. Zoot. Inst.Limn.Cien.Mar Inst.Fisiol.Cel. Inst.Ciencias Clínica de CU	12.4
24 30 33 34 48 53 47 52 73 80 84 90 41	ARM	Fac.Filosf.Letras Fac.Odontología Fac.Odontología Fac. Medicina Fac.Química Fac.Química Inst.Física Inst.Antropología Dir.Gral.Comp.Acad Hemeroteca Taller Mecánico Fac.Odontología	17.0
Artesas Sin Riesgo		62	71.6
Artesas No Localizadas		4	----
Total Localizadas		88	100.0

Como las artesas no tienen protección, fué frecuente observar

dispersión de papeles, polvo, partículas y basura; liberación de olores desagradables, así como gran cantidad de insectos.

Estas condiciones, aparte de provocar contaminación visual del área que las rodea y malestar a las transeuntes, puede causar graves consecuencias a la salud de la comunidad universitaria, sobre todo a estudiantes que por desconocimiento o negligencia ocupan estos espacios sin tomar las precauciones convenientes (fotografía 7). Estas se localizan en el plano remarcadas en triángulos y con los números 17, 31, 34, 35, y 77 que pertenecen o donde depositan sus residuos las siguientes instalaciones:

17 Oficinas del ISSSTE	77 Facultad de Contaduría
31 Instituto de Lenguas Extranjeras	34 Facultad de Medicina
35 Instituto de Investigaciones Biomédicas	

3.4 Operación del Incinerador de la Facultad de Veterinaria y Zootécnia.

De acuerdo a las visitas realizadas se observó que en las partes laterales existen derrames de líquidos, los que son retenidos con tierra y arena para que no salgan fuera del piso de la instalación.

También se observó que la puerta de carga y descarga del incinerador no cierra herméticamente, para lo cual, los operadores colocan una barra metálica para que no se abra (fotografía 8). Esta falla hace que emanen gases con de partículas y olores desagradables, provocando contaminación del ambiente, incomodidad y malestar entre los operadores, así como el descontento de los habitantes cercanos a la Universidad, como ya lo han manifestado ante la SEDESOL.

Las cenizas que se originan diariamente, normalmente son depositadas en la grieta localizada al lado del incinerador. Estas cenizas, aún calientes, al ponerse en contacto con la basura que existe en este sitio, ha provocado incendios, afectando la tubería de gas que se encuentra sobre el piso sin ninguna protección.

3.5 Resultados de las Encuestas.

Después de haber realizado la evaluación de las artesas y detectado a los diferentes generadores de residuos peligrosos, se procedió a realizar las encuestas directamente con algunos departamentos y secciones de las diferentes facultades e institutos.

Las encuestas se realizaron principalmente en las Facultades de Medicina, Biomédicas, Química, Odontología, Veterinaria y Zootécnia; Institutos de Investigación de Materiales, Ingeniería, Química, Ciencias, Odontología, Fisiología Celular, Limnología y Ciencias del Mar; así como en los talleres mecánicos de mantenimiento.

En estas instituciones se encuestó a investigadores con grado de doctorado, maestría y licenciatura, profesores de carrera de licenciatura; alumnos tesisistas y estudiantes de licenciatura; laboratoristas, mecánicos y personal de intendencia.

3.5.1 Encuestas con Profesores e Investigadores.

En la Facultad de Química, los profesores del área de Química Orgánica, manifestaron que durante las prácticas de enseñanza,

los residuos peligrosos son tipificados y colocados en diferentes contenedores, donde una parte es redestilada en la Sección de Química Experimental y otra es recuperada por los alumnos.

Aún cuando se llevan a cabo estas acciones de recuperación de solventes, se tiene un exceso de residuos peligrosos, los cuales son almacenados sin tomar en cuenta las condiciones de incompatibilidad (fotografía 9).

En cuanto a la manifestación de los residuos peligrosos que más se generan dentro de las instalaciones, son mencionados en la siguiente lista.

- . disolventes orgánicos
- . material de acáme de los biotérios (aserrín)
- . líquidos halogenados, ácidos, bases
- . visceras y restos de animales muertos
- . reactivos químicos
- . residuos de metales pesados (Cr, Hg, Mn, Ag..)
- . diferentes compuestos iónicos (fenoles, aldehídos, amins, hidracína, etc.)
- . metales nobles
- . caldos de cultivo
- . medios de cultivo
- . frascos de reactivos
- . frascos de medicamentos y sueros
- . residuos hospitalarios en general
- . mezcla de polímeros
- . refacciones, baterías, aceites usados y llantas

Los volúmenes de generación de disolventes son variables; van desde 1 hasta 20 litros por semana. La mayoría de estos residuos

peligrosos anteriormente eran recogidos por los bomberos, pero desde hace tres años ya no se presta este servicio, por lo que se desconoce que hacer con ellos para disponerlos.

Problemas muy similares se refieren a la falta de espacio para disponer el exceso de frascos vacíos de solventes y reactivos. En algunas ocasiones, de acuerdo a respuestas de profesores y laboratoristas, éstos son lavados y reutilizados para guardar soluciones preparadas o para almacenar residuos peligrosos; aún con esta acción, siempre es mayor la generación de frascos, por lo que en un momento dado llega a existir problemas por acumulación por falta de espacio (fotografía 10).

En las encuestas realizadas con personal de algunos departamentos de la Facultad de Medicina y el Instituto de Investigaciones Biomédicas, mencionaron que ellos no eliminaban ningún residuo peligroso, y que cuando llegaba a morir algún ejemplar dentro del bioterio o dentro de sus ensayos, éstos eran enviados al crematorio de la Facultad o en su defecto al de Veterinaria, para evitar cualquier mezcla con la demás basura generada.

También se solicitó la opinión a la mayoría de los investigadores, a pesar de que esta pregunta no está incluida en la encuesta, si la mezcla de residuos peligrosos la realizaban siguiendo alguna norma de incompatibilidad, además, si el almacenamiento de reactivos analíticos lo realizan de acuerdo a las normas de compatibilidad.

Excepto algunos profesores e investigadores del área de Química Orgánica, la mayoría mencionó que los residuos peligrosos que generan, se tipifican y se almacenan en contenedores por separado. Respecto del almacenamiento de reactivos analíticos, no siguen ninguna norma de compatibilidad (fotografía 11) por

desconocerlas o por que no cuentan con literatura especializada

En la zona de institutos, también se preguntó si tenían drenaje para descarga de las aguas residuales que generan en los laboratorios. Mencionaron que sólo cuentan con fosas sépticas para aguas provenientes de los sanitarios y que el resto de aguas residuales eran conducidas a grietas cercanas. Esto se corroboró personalmente, en compañía de los mismos encuestados.

Ante esta problemática, se realizó un recorrido por la zona cultural y otras áreas como la zona del posgrado de Contaduría y Administración y de la Dirección General de Computo Académico de la UNAM, comprobando que también en esta zona no existe drenaje.

3.5.2 Encuesta con Estudiantes y Tesistas.

Respecto a las indicaciones para disponer los residuos, la mayoría mencionó, que en los laboratorios que han estado, sus residuos generados durante las prácticas fueron, en su mayor parte, eliminados directamente al drenaje, incluyendo embriones y restos de fármacos con que realizan sus experimentos, excepto en los laboratorios de Química Orgánica.

En algunas secciones universitarias donde existe atención a la salud, se cuestionó a los alumnos si seguían algún método de disposición de residuos peligrosos propuesto por sus mentores. La mayoría respondió, que con respecto a residuos hospitalarios, lo único que hacen es doblar agujas y tirarlas al cesto de la basura sin esterilizar, al fin y al cabo son desechables, lo mismo que con los residuos de gases, algodón con tejidos, cubrebocas, guantes y vendas (fotografía 12).

3.5.3 Encuesta con los Trabajadores

Respecto a las respuestas emitidas por los laboratoristas, los problemas más comunes dentro de las instalaciones son el taponamiento de tuberías en los laboratorios de microbiología, la oxidación y rompimiento de las tuberías de los lavabos, así como la acumulación de frascos de reactivos vacíos y residuos de compuestos volátiles orgánicos.

En cuanto al área de la Facultad de Veterinaria, se preguntó cuál era el destino final de los residuos de acáme y estiércol acumulados en un área contigua a la artesa (fotografía 13). Se respondió que estos materiales son esparcidos en terrenos agrícolas de Xochimilco y Milpa Alta, D.F., con un promedio de 8 ton/semana, y que ocasiones, es transportado al jardín botánico de CU, empleando un camión de volteo de la propia Facultad.

En cuanto a los aceites usados de los talleres, según los encuestados, estos residuos son retirados del taller por el personal que recoge la basura. Las llantas usadas de desecho, son entregadas a la Dirección General del Patrimonio de la UNAM.

Finalmente, las baterías son acumuladas en los patios de los mismos talleres (fotografía 14).

3.5.4 Información Relevante durante las Encuestas que Repercuten Fuera del Ambito Académico.

Durante la encuesta se mencionó, que en las artesas donde depositan sus residuos algunos laboratorios y bioterios de la Facultad de Medicina, es muy frecuente, que en fines de semana y en épocas de lluvia, las bolsas de polietileno, que contienen el

aserrín de acame, por su gran tamaño y volumen, son vaciadas y recolectadas por personas ajenas a la Universidad para emplearlas como impermeabilizantes de sus viviendas o para transportar los residuos que ahí mismo recogen.

El problema que esto causa, es que el aserrín se tira en ocasiones fuera de la artesa y por acción del viento, se esparce por los estacionamientos o pasillos o que se mezcla con la demás basura, obligando a que el personal de intendencia deposite los demás residuos fuera de la artesa.

Otro hecho que provoca que el material no pueda ser introducido totalmente a las artesas, se debe a su mal diseño, ya que la puerta de acceso es muy reducida y no esta ubicada en lugar más apropiado para descargar los residuos (fotografía 15).

3.6 Recolección y Transporte de Residuos en CU.

La recolección de los residuos de las artesas se lleva a cabo en con 3 camiones de volteo, 3 camiones con caja cerrada y uno de plataforma, con 4 peones y un chofer por cada unidad, vaciando un promedio de 3 a 5 artesas por jornada ordinaria. Cada unidad sigue una ruta de recolección establecida, de acuerdo con las zonas que componen el sistema de almacenamiento de residuos sólidos en CU.

Los residuos recolectados son transportados a la estación de transferencia, localizada al poniente de la Ciudad Universitaria y de allí son transportados en vehículos de transporte pesado (trailer) con destino al relleno sanitario de Bordo Poniente de la Ciudad de México.

En cuanto al número de viajes por unidad, la frecuencia es variable, ya que esta es en función de la zona asignada para la recolección y capacidad del mismo vehículo.

3.6.1 Recolección de Basura de Botes Colectores y Campanas Distribuidos en Andadores y Plazas.

Esta actividad se desarrolla aproximadamente dos veces por semana, utilizando bolsas de lona para descargar la campana y posteriormente trasladarla al camión. Al igual que la actividad anterior, el personal que la realiza son el chofer y la cuadrilla correspondiente.

En la mayoría de las papeleras y campanas que están distribuidas en la periferia de CU, se observó una gran cantidad de bolsas con basura doméstica, cuyo origen es de la propia comunidad universitaria y habitantes de las colonias cercanas.

Los problemas que causan estos desechos, aparte de la contaminación visual, es que, cuando se rebasa la capacidad de las campanas y artesas, las bolsas son depositadas alrededor de ellas, provocando que el trabajo de recolección sea más difícil y más tardado, ya que la presencia de perros y ratas esparcen aún más los residuos (fotografía 16).

3.7 Seguridad del Personal que Realiza la Recolección.

Durante esta operación, fué frecuente observar la falta de equipo y accesorios mínimos de protección y seguridad del trabajador como cubrebocas, guantes, fajas, etc (fotografía 17).

En pláticas ocasionales con el personal que realiza esta tarea, mencionaron la falta de mascarillas, impermeables y fajas de seguridad para evitar desgarres musculares; overoles limpios de un día para otro, sobre todo cuando se trabaja de doble turno, ya que nuevamente se ponen la misma ropa de trabajo utilizada anteriormente. Otro problema cotidiano muy común es que, aún con los guantes y zapatos puestos, las agujas de las jeringas que son tiradas a la basura, les llegan a picar en pies y manos, produciéndose serios problemas de salud.

Como resumen de las encuestas realizadas, en la tabla 8 se describen exclusivamente las respuestas de los formularios 2 y 3.

Tabla 8 Resumen de las Encuestas.

Total de Personas Encuestadas	72
- Profesores e Investigadores	28
- Tesistas	4
- Alumnos	25
- Laboratoristas	3
- Intendentes	12

FORMULARIO 2

PREGUNTA

RESPUESTA

- | | |
|---|---|
| 1 | Sólidos, líquidos y gases. |
| 2 | Disolventes orgánicos, reactivos químicos, metales nobles, caldos y medios de cultivo de microorganismos, |

líquidos halogenados y no halogenados, residuos ácido-básicos, sales inorgánicas, cajas Petri desechables, sílice gel, gases de combustión durante la fundición de arenas , cenizas y minerales.

3 Tambos, lavabos , frascos de reactivos vacíos, envases especiales y garrafones de plástico.

4 En el rango de 1 a 20 l/semana

5 No; Si, Depende del residuo que se trate; guardarlos; eparación de halogenados de los no halogenados; esterilizarlos; reunirlos y desecharlos adecuadamente

6 De acuerdo a las técnicas de laboratorio; Por los profesores; diseñados especialmente en el laboratorio.

7 Taponamiento de tuberías; falta de literatura especializada; No se recogen periódicamente; no existe un sistema de la UNAM que se encargue de recogerlos; desde hace tres años la UNAM dejo de recoger y disponer los residuos; existe acumulación de residuos peligrosos por falta de espacio adecuado en los laboratorios para almacenar residuos

8 Tratamientos especiales para evitar contaminación y accidentes; que los bomberos readquieran el permiso de SEDESOL debidamente equipados o que la UNAM contrate un servicio externo para disponer de los residuos; que se junten y se les de un tratamiento adecuado ya que muchos van al desage; separar los residuos de los laboratorios y darle un tratamiento especial.

FORMULARIO 3

PREGUNTA

RESPUESTA

- 1 Disolventes orgánicos flambles; residuos con metales pesados de cromo, plomo, plata, manganeso; diferentes compuestos orgánicos iónicos (fenoles, aldehídos, aminas, hidracinas, etc); reactivos caducados; compuestos clorados, básicos, ácidos, metales; cultivos de bacterias, hongos y virus; hexano, benceno, cloroformo, etanol, metanol; hexacloroetano, gases y cenizas; aceites lubricantes gastados.

- 2 Se almacenan; reutilizarlos; guardarlos; para depositar residuos de disolventes; tirarlos a la basura; los residuos de medios de cultivo se esterilizan y se tiran a la basura.

- 4 Disolventes orgánicos flambles; residuos con metales pesados de cromo, plomo, plata, manganeso; diferentes compuestos orgánicos iónicos (fenoles, aldehídos, aminas, hidracinas, etc); reactivos caducados; compuestos clorados, básicos, ácidos, metales; cultivos de bacterias, hongos y virus; hexano, benceno, cloroformo, etanol, metanol; hexacloroetano, gases y cenizas; aceites lubricantes gastados.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En virtud de la magnitud de los objetivos planteados, para beneficio de un medio ambiente más sano durante el manejo de los residuos peligrosos dentro del campus universitario, se dan las siguientes conclusiones y recomendaciones, esperando contribuir en una modesta pero significativa labor de preservar el entorno ecológico universitario.

4.1 De la Ubicación y Funcionalidad de las Artesas.

Aunque la ubicación de artesas en ocasiones resultó complicada, la mayoría están estratégicamente ubicadas respecto de los generadores.

Sin embargo, por la dispersión de partículas, polvo, generación de olores por los residuos peligrosos (solventes) y restos de alimentos en descomposición que ahí son depositados; papeles o basura que por acción del viento, ratas o perros frecuentemente son sacados y esparcidos por las áreas que rodean éstos sitios, puede causar graves problemas de contaminación ambiental y daños a la salud de la comunidad universitaria, se concluye que es urgente reubicar las artesas remarcadas con triángulos y con los números 17, 31, 34, 35 y 77 en el plano que se anexa.

4.2 De la Disposición de Residuos en Artesas.

Se concluye que las artesas de las Facultades de Medicina, Filosofía y Letras, Ingeniería, Química, Ciencias y Economía; en los Institutos de Limnología y Ciencias del Mar, Química y Biomédicas; y en la Clínica de Salud de CU, no son funcionalmente operativas para depositar los residuos que se generan en estas fuentes.

Para mejorar su funcionamiento y aprovechar al máximo su capacidad, se recomienda realizar las siguientes acciones:

a) Dar entrenamiento y capacitación al personal que se encarga de retirar los residuos de los generadores a la artesa, remarcando la importancia ecológica y de salud que conlleva estas actividades.

b) Como las artesas son difíciles de reconstruir, se recomienda construir una rampa lateral de acceso para que de esta forma los depositantes puedan vaciar y distribuir adecuadamente los residuos a lo largo de la artesa.

c) Colocar puertas de acceso, como ya existe en algunas de ellas, para evitar entrada de animales.

4.3 De la Recolección y Transporte de los Residuos.

A pesar de que la DGOSG tiene asignados 7 camiones para el servicio de recolección y transporte de los residuos dentro de CU, se concluye que:

- Existen algunos camiones que no son los más adecuados para realizar las actividades de recolección y transporte de los residuos peligrosos, por lo que al estar abiertos (sin cilindro) son sobrecargados y derramando sus contenidos durante su recorrido dentro de las calles y avenidas de CU.

Un caso concreto es la utilización del camión de volteo que transporta residuos peligrosos de las artesas clasificadas como AAR, el cual tiene poca capacidad en la caja, de tal manera que cuando es cargado con los residuos, éstos sobrepasan la capacidad

operativa (fotografía 18), originando que durante el trayecto de las artesas a la estación de transferencia, el material se esparza o se riegue por las avenidas y circuitos por donde circula dicho camión.

Estos problemas aparte de generar contaminación visual de vías de comunicación internas, pueden generar graves problemas de salud a trabajadores y estudiantes, ya que el material que se riega es de características muy peligrosas, de acuerdo a las norma técnica ecológica (NTE-CRP-001/88).

Por lo anterior, se recomienda:

- Cambiar urgentemente este vehículo por otro que reúna las mejores características de capacidad y seguridad de transporte; así como emplearlo exclusivamente para la recolección de los residuos depositados en las artesas de alto riesgo.

- Se sugiere que el sistema de control administrativo ejerza una vigilancia constante que permita evaluar el funcionamiento del servicio de recolección y transporte de residuos peligrosos, específicamente, que permita tomar acciones correctivas en el momento adecuado.

- Que los esfuerzos estén encaminados a la solución de los problemas de la recolección, pero también la disposición final reciba atención técnica, para que en el futuro no se tengan problemas de contaminación ambiental.

4.4 De los Residuos Peligrosos en CU.

Después de evaluar y clasificar la generación de residuos

peligrosos basados en la norma técnica ecológica (NTE-CRP-001/88), se concluye que:

a) Aproximadamente, el 30 % de las artesas de CU manejan residuos peligrosos mezclados con residuos sólidos de comercios, oficinas y sanitarios.

Por la gran la diversidad, cantidad y volumen de estos materiales, y tomando en cuenta, que los generadores no manejan adecuadamente sus residuos peligrosos, éstos, al mezclarse, combinarse o al estar en contacto con los demás materiales no peligrosos, se transforman en residuos potencialmente peligrosos, aumentando el volumen y el riesgo potencial sobre el medio ambiente.

Entre los factores que aceleran este proceso son: la acción de mezclado a que son sometidos involuntariamente los residuos durante el proceso de recolección y descarga; durante la pepena de materiales; por la humedad propia de los residuos y la lixiviación que en ocasiones se hace presente.

b) Probablemente debido a la desinformación y a la falta de un lugar de disposición adecuado de los residuos peligrosos se observó poco interés en el manejo por parte de algunos profesores e investigadores de las facultades, ya que se encontró gran cantidad de residuos peligrosos en artesas, a pesar de que durante las encuestas manifestaron todo lo contrario.

c) No se ha implementado en la docencia la transmisión de conocimientos sobre del manejo de residuos peligrosos, tomando en cuenta la información que los alumnos mencionaron.

d) No existe un inventario general de los generadores de residuos peligrosos dentro de la Ciudad Universitaria.

e) Las instalaciones (drenaje) para el desalojo de aguas residuales en algunas Facultades, Institutos, talleres y espacios culturales no son las más adecuadas, provocando que los desechos sean descargados directamente, sin ningún tratamiento, a grietas cercanas a cada institución. Esto puede repercutir gravemente sobre la calidad de los mantos acuíferos.

f) No se observaron programas institucionales integrados sobre la minimización de generación, almacenamiento, tratamiento, recuperación y disposición final de los residuos peligrosos; así como un sistema de comunicación de emergencia en caso derrames o accidentes dentro de la Universidad, para evitar que cause daños a la salud del personal que labora dentro de los generadores (laboratorios, talleres, etc) así como a las mismas instalaciones..

g) No existe oficialmente un organismo de capacitación y adiestramiento en el área de los residuos peligrosos.

h) La Facultad de Medicina y Veterinaria y Zootécnia desafortunadamente no cuentan con incineradores que garanticen un proceso de incineración eficiente.

4.5 Recomendaciones a Corto Plazo.

Por las conclusiones anteriores, se proponen las siguientes recomendaciones que se deben realizar a corto plazo.

i) Promover que se reduzca la generación de los residuos mediante un programa de minimización de los residuos peligrosos.

ii) Promover las prácticas y tecnologías limpias, usando cantidades mínimas de materiales peligrosos necesarios para llevar a cabo el trabajo correspondiente.

iii) Promover la creación de un organismo institucional que se aboque al manejo integral de los residuos peligrosos, y que proporcione asistencia técnica, adiestramiento y educación sobre el tema (OEHS, 1988; Caltech, 1990).

iv) Establecer un programa de investigación de manejo integral de residuos peligrosos en la Sección de Ingeniería de la DEPMI, con el propósito de formar recursos humanos, mediante la impartición de una asignatura específica y una línea de investigación correlacionada.

v) Almacenar los residuos generados en contenedores apropiados (fotografías 19 y 20).

vi) En caso de no contar con recipientes especiales, almacenarlos de acuerdo a la norma técnica ecológica NTE-CRP-002/88, tomando en cuenta las características de incompatibilidad.

vii) Tomar medidas adecuadas para la prevención de desastres y evitar fuego, explosiones y fugas dentro de laboratorios, artesas y camiones recolectores.

viii) Es deseable poner énfasis en la disposición final de los residuos peligrosos, ya que a la larga puede traer consecuencias serias para la institución.

ix) Proveer de drenaje a los facultades e institutos que no lo tienen, para no contaminar el acuífero sobre la cual se construyó la zona universitaria.

x) Hacer convenios con empresas que se encargan de recolectar los aceites usados de los vehículos universitarios, para no continuar arrojándolo al drenaje.

xi) No se deben almacenar las baterías automotrices, ya que éstas generan gases tóxicos y peligrosos, llegando a producir explosiones y afectar a los trabajadores de los talleres, así como la generación de líquidos con metales pesados (plomo, cadmio y arsénico) ante el contacto con agua de lluvia.

xii) Incluir cursos de manejo de residuos peligrosos dentro de los planes de estudio de algunas carreras de licenciatura en ingeniería, que de alguna manera estarán en contacto con ellos durante su ejercicio profesional.

4.6 Recomendaciones Inmediatas.

Como una alternativa temporal, pero que es urgente que ya se implante con los generadores, mientras se implementa el manejo de los residuos peligrosos dentro de la Universidad, se recomienda:

1) Establecer convenios con compañías que traten, transporten y dispongan adecuadamente los residuos peligrosos ya existentes.

2) Que en las Facultades e Institutos donde existen artesas de alto riesgo, éstas se asignen exclusivamente para el depósito temporal de los residuos considerados peligrosos, coordinándose con la DGSOG para asignar horarios y frecuencias de recolección de los residuos.

3) Asignar exclusivamente un vehículo que reúna características adecuadas para la recolección y transporte de los residuos

peligrosos que se depositan en las arquetas clasificadas como AAR y ARM.

4) Evitar al máximo la mezcla de residuos peligrosos con residuos comunes.

5) Realizar un inventario de generadores de residuos peligrosos, como una medida de control interna.

6) Hacer llegar un escrito a las instituciones que manejan áreas de apoyo a la salud (Odontología, Medicina, etc) para sugerir destruyan los guantes utilizados en sus actividades, a cualquier nivel, para evitar el reciclado inadecuado de dichos elementos por personas ajenas a la Universidad, esto como una medida de Higiene y Seguridad.

7) Sugerir a los almacenes de los diferentes laboratorios que se encuentran en los diferentes centros, institutos y facultades de la Ciudad Universitaria que el almacenamiento de los reactivos analíticos se realice de acuerdo a los cuadros de compatibilidad (apéndice D), para evitar riesgos que alteren la seguridad de dichos lugares (Armour, 1991).

8) Establecer un programa de mantenimiento más riguroso para mejorar la eficiencia del incinerador de la Facultad de veterinaria y Zootécnica.

4.7 Del Personal que Realiza Actividades de Recolección y Transporte de los Residuos de la Ciudad Universitaria.

Una conclusión muy importante, es que el personal que realiza estas actividades, no cuenta con el equipo de protección de

higiene y seguridad adecuado, por lo que es común que frecuentemente presenten problemas de salud, lo que motiva que falte ocasionalmente a sus labores correspondientes.

Por lo anterior se dan las siguientes recomendaciones:

- Capacitar al personal que realiza esta actividad y remarcar sobre la importancia del manejo de los residuos peligrosos.
- Proporcionar equipo y accesorios de seguridad.
- Suministrar ropa limpia y cubrebocas diariamente.
- Dar estímulos y compensaciones.
- Realizar estudios clínicos en una forma sistemática, junto con su familia.

4.8 Del Presente Trabajo.

Finalmente para mejorar los logros de éste trabajo de investigación, se sugiere lo siguiente:

- Realizar un estudio más profundo de los residuos peligrosos en las artesas consideradas de alto riesgo y de riesgo moderado, aplicando herramientas estadísticas a través de un modelo experimental que evalúe mejor los resultados hasta aquí obtenidos.
- Hacer cuantificaciones de los residuos peligrosos generados.
- Realizar un seguimiento real de la disposición final de los residuos peligrosos para evaluar su impacto en el medio ambiente.

- Establecer un programa de investigación de manejo integral de residuos peligrosos en la Sección de Ingeniería de la DEPTI, con el propósito de formar recursos humanos, mediante la impartición de una asignatura específica y una línea de investigación correlacionada.

BIBLIOGRAFIA

- Armour M.A. (1991) "Hazardous Laboratory Chemical, Disposal Guide" Second Edition, CRC Press, USA.
- Brunner C.R. (1991) "Handbook of Incineration Systems" McGraw Hill, USA
- Diario Oficial, 28 de enero de 1988
- Diario Oficial, 6 de junio de 1988
- Diario Oficial, 14 de diciembre de 1988
- Diario Oficial, 10 de abril de 1990
- Diario Oficial, 9 de agosto de 1991.
- Freeman H. (1986) "Innovative Thermal Processes for Treating Hazardous Wastes" Technomic Publ. Co., USA
- Herrera-Acevedo M.A. (1989) "Manejo de Residuos Industriales" En las Memorias de la "Reunión Sobre Salud y Ambiente en la Cd. de México", Secretaria de la Defensa Nacional-Departamento del Distrito Federal, México
- Higgins T (1991) "Hazardous Waste Minimization Handbook" Fourth edition, Lewis Publishers, USA
- Higginson A.H. (1992), "Health-Threatening Wastes" Wastes Management, LXXXII, (2), 54,57
- Hirschhorn J.S. and K.U. Oldenburg (1987) "Hazardous Waste: Prevention or Cleanup?" Environ. Sci. Technol., 21 (6),

- Hrudehy S.E. (1992) "Hazardous Waste Management Approaches in Canada". Wat. Sci. Tech., 26 (1/2), 1,10
- Kaufman J.A. (1990) "Waste Disposal in Academic Institutions" Lewis Publishers, USA
- Lindgren G.F. (1983) "Guide to Managing Industrial Hazardous Waste", Butterworth Publ.USA
- Nemerow N.L. (1984) "Industrial Solid Wastes" Ballinger Publ. Co. USA
- Office of Environmental Health and Safety OEHS (1988) "Teaching Lab Safety: A Handbook for Graduate Student Instructors", University of California at Berkeley, USA
- Peavy H.S., D.S. Rowe and G.Tchobanoglous (1985) "Environmental Engineering" McGraw-Hill Co. USA
- Phifer R.W. and W.R. McTigue Jr.(1988), "Handbook of Waste Management for Small Quantity Generators", Lewis Publishers, USA.
- SEDUE (1986), "Informe sobre el Estado del Medio Ambiente en México"
- SEDUE (1989) Gaceta Ecológica, I (5), México
- SEDUE (1990) Gaceta Ecológica, II (11), México
- Reinhardt P.A. and J.G. Gordon (1991) "Infectious and Medical Waste Management" Lewis Publ. Inc., USA

- Schmidt S.; D.R. Lawrence; C.D. Douthat (1982) "Hazardous Waste Management in the R&D Environment" In: "Hazardous Waste Management for 80's", Sweeney T.L. et al, (Ed) Ann Arbor Science, England. pp 105-113
- Scott R.M. (1990) "Chemical Hazardous in the Workplace" Second Edition, Lewis Publisher Inc, USA.
- Tchobanoglous G.; H. Theisen and R Eliassen (1977) "Solid Wastes: Engineering Principles and Management Issues" Mc Graw-Hill, USA
- Varma V.K.; B.B. Ferguson and M.S. Shearon (1982) "Role of the Analytical Laboratory in Hazardous Waste Management" In "Hazardous Waste Management for 80's", Sweeney T.L. et al, (Ed) Ann Arbor Science, England. pp 115-141
- California Institute of Technology (CIT, 1991) "Working with Hazardous Substances: A General Handbook for the Safe Use of Hazardous Substances" at Caltech.
- Vogel G.A. et al (1988) "Incinerator and Cement Kiln Capacity for Hazardous Waste Treatment", In "Incinerating Hazardous Wastes". Freeman H.M., (Ed) Technomic Publ.Co., USA
- Wilson D.C (1981) Waste Management Planning, Evaluation, Technologies, Clarendon Press Oxford, N.Y.

APPENDICE

FORMULARIO 1

DATOS DE VISITA A LAS ARTESAS

ARTESA

FECHA

FOTOGRAFIA _____

CONTRIBUYENTES DE LOS RESIDUOS :

DIAS DE RECOLECCION POR LA DGOSG :

OBSERVACIONES

SI

NO

No.

1 Existen pepenadores?

2 Existen roedores?

3 Existen perros?

4 Otros?

5 Tipos de residuos

APENDICE B

Formulario 2 Encuesta sobre Generación de Residuos.

* Agradecemos la información que sirva proporcionar a la presente.

Grado académico del informador: _____

Cargo que ocupa en el laboratorio: _____

Nombre del laboratorio: _____

Facultad a la que pertenece: _____

Fecha: _____

1) Tipo de residuos que elimina: () sólidos () líquidos () gases

2) Descripción de los residuos: _____

3) Sitio de depósito de los residuos: () lavabos () Artesas

() Incinerador () Tambos () envases especiales

() compañía recolectora externa () bolsas de plástico

4) Cantidad aproximada: _____ () diaria () semanal

() mensual

5) Tiene alguna indicación especial para disponer sus residuos?: _____

Cuál? _____

6) Quién se la recomendo?: _____

7) Ha tenido problemas con el manejo? _____ Cuáles? _____

8) Tiene alguna sugerencia para el manejo de residuos dentro de la

Cd. Universitaria? _____

9) Si los residuos son considerados peligrosos, le suplicamos

contestar el formulario 2.

APENDICE C

Formulario 3 Encuesta sobre Generación de Residuos Peligrosos

1) Favor de describir los tipos de residuos peligrosos que genera dentro de su lugar de trabajo? _____

2) Qué hace con envases vacíos de los reactivos? _____

3) De la siguiente lista marque con una X los residuos que son eliminados sin tratamiento previo.

- camastros o material de acame (aserrín)
- Filtros de análisis
- Tejidos de disección
- Jeringas y agujas usadas
- pipetas desechables
- gases
- vendas
- solventes
- reactivos caducados
- preparaciones con medios de cultivo
- algodones de curaciones
- aceites de mantenimiento
- excrementos de animales de laboratorio
- muestras de sangre
- solventes de impresión
- soluciones de reactivos sobrantes

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- () residuos de hormonas
- () restos de animales empleados en laboratorio

Nota: La información proporcionada se considera confidencial y su manejo compete a la Sección de Ingeniería Ambiental de la DEPFI y la Dirección General de Obras y Servicios Generales de la UNAM.

ATENTAMENTE

Dr. Alfonso García Gutiérrez
Asesor del proyecto de tesis
Sección de Ingeniería Ambiental
y/o

Ing. Juan Manuel Vigueras Cortés
DEPFI-UNAM Tel. 622-3002

APENDICE D

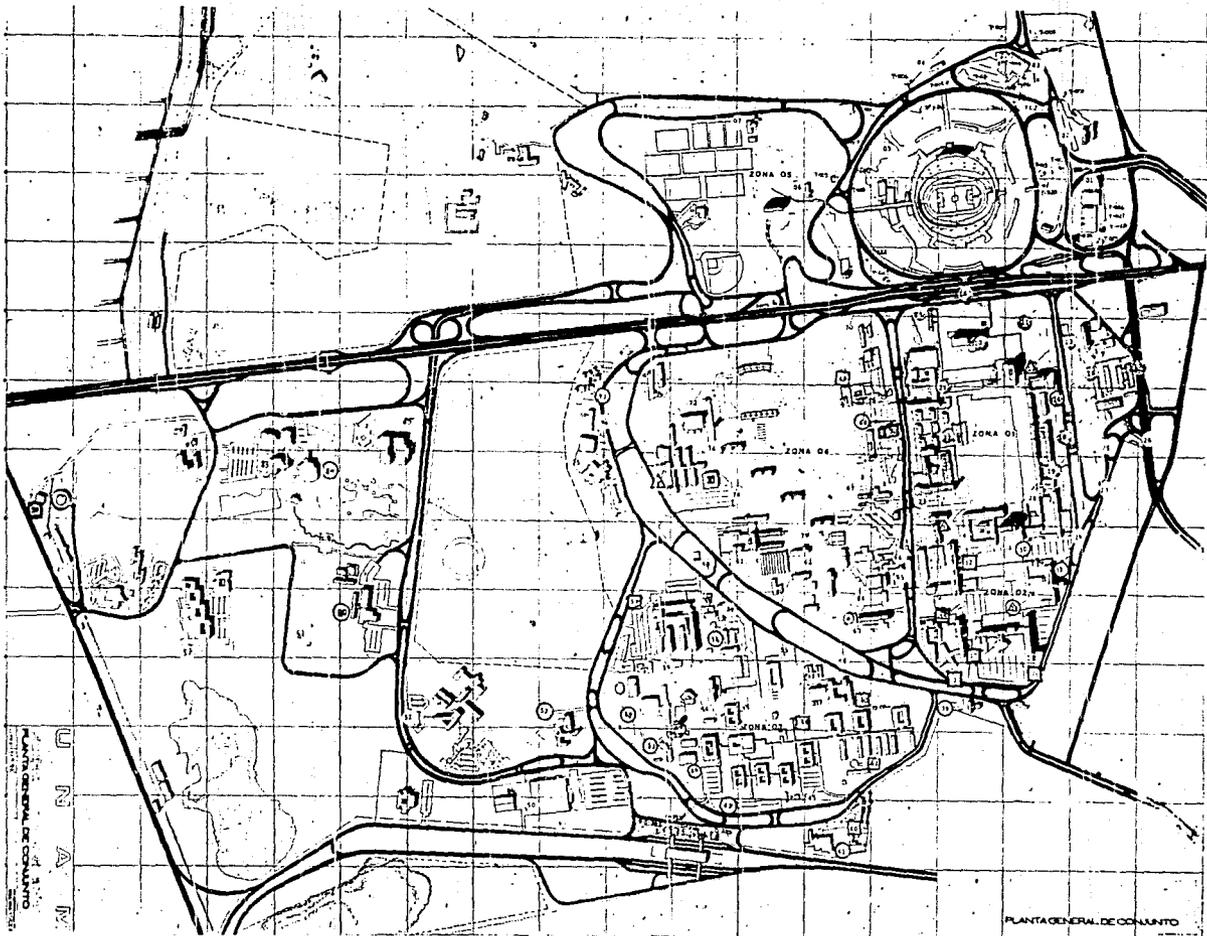
TABLA DE INCOMPATIBILIDADES (Armour, 1991)

Compuesto	Evitar Almacenar Cerca o en Contacto con:
Acido acético	Acido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxilados, etilén glicol, ácido perclórico, peróxidos y permanganatos.
Acetona	Acido nítrico concentrado y mezclas de ácido sulfúrico.
Acetileno	Fluoruros, cloruro, bromuro, cobre, plata y mercurio.
Metales alcalinos	(NA, K, Ca, Al), Dióxido de carbono, tetracloruro de carbóno u otros hidrocarburos clorinados, halógenos y agua.
Amoniaco	Mercurio, cloruros, bromuros, ioduros, ácido hidrofluórico e hipoclorito de calcio.
Nitrato de amonio	Acidos, polvos de metal, líquidos inflamables, cloratos, nitratos, sulfuros, compuestos orgánicos finamente divididos o materiales combustibles.
Anilina	Acido nítrico y peróxido de hidrógeno.
Arsenicales	Agentes reductores (o generadores de arseniatos).
Azidas	Acidos (o generadores de azida de hidrógeno)
Bromuros	Amoniaco, acetileno, butadieno, metano, propano, butano (u otros gases de petróleo), hidrógeno, carburo de sodio, trementina, benceno y metales finamente divididos.
Oxido de calcio	Agua
Carbón acivado	Hipoclorito de calcio, agentes oxidantes.

Cloratos	Sales de amonio, ácidos, polvos de metal, sulfuros, compuestos orgánicos finamente divididos o materiales combustibles.
Acido crómico trióxido crómico	Acido acético, naftaleno, alcanfór, glicerol trementina, benceno y metales finamente divididos.
Cloruros	Amoniaco, acetileno, butadieno, metano, propano, butano (u otros gases de petróleo), hidrógeno, carburo de sodio, trementina, benceno, metales finamente divididos.
Dióxido de cloro	Amoniaco, metano, fosfina y sulfuro de hidrógeno.
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno.
Hidroperóxido de cuméno	Acidos orgánicos e inorgánicos.
Cianuros	Acidos o generadores de cianuros de hidrógeno.
Líquidos inflamables	Nitrato de amonio, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido de sodio y halógenos.
Fluoruros	Aislado de cualquier reactivo.
Hicracina	Peróxido de hidrógeno, ácido nítrico y otros oxidantes.
Hidrocarburos (propano, butano, benceno, gasolina, trementina, etc)	Fluoruros, cloruros, bromuros, ácido crómico y peróxido de sodio.
Acido Hidrocianico	Acido nítrico y álcalis.
Peróxido de hidrógeno	Cobre, cromo, hierro, muchos otros metales o sus sales u otros líquidos inflamables,

	anilina, nitrometano y otros materiales orgánicos o combustibles.
Sulfuro de hidrógeno	Acido nítrico fumante y gases oxidantes.
Hipocloritos	Acidos (o generadores de cloruros o ácido hipocloroso).
Ioduros	Acetileno, amoniaco (acuoso o anhídrido), hidrógeno.
Mercurio	Acetileno, amoniaco, (producido en mezclas con nítrico-etanol).
Nitratos	Acido sulfúrico (o generadores de dióxido de nitrógeno).
Acido nítrico conc.	Acido acético, anilina, ácido crómico, acetona alcohol, otros líquidos inflamables, ácido hidrocianico, sulfuro de hidrógeno, otros gases inflamables, sustancias nitrables; cobre, latón o cualquier metal pesado (o generadores de dióxido de nitrógeno/humos nitrosos).
Nitritos	Acidos (o generadores de humos nitrosos).
Nitroparafinas	Bases inorgánicas y aminas.
Acido oxálico	Plata, mercurio.
Oxígeno	Aceite, grasa, hidrógeno, otros gases inflamables o sólidos metálicos.
Acido perclórico	Acido acético, bismuto y sus aleaciones, alcohol, papel, madera, aceites y grasas.
Peróxidos (orgánicos)	Acidos orgánicos o inorgánicos; también evitar fricción y almacenar en frío.
Fósforos (blanco)	Aire, oxígeno, álcalis cáusticos como agentes reductores (o generadores de fosfina).
Clorato de potasio	Acidos, especialmente ácido sulfúrico.
Potasio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, y agua.

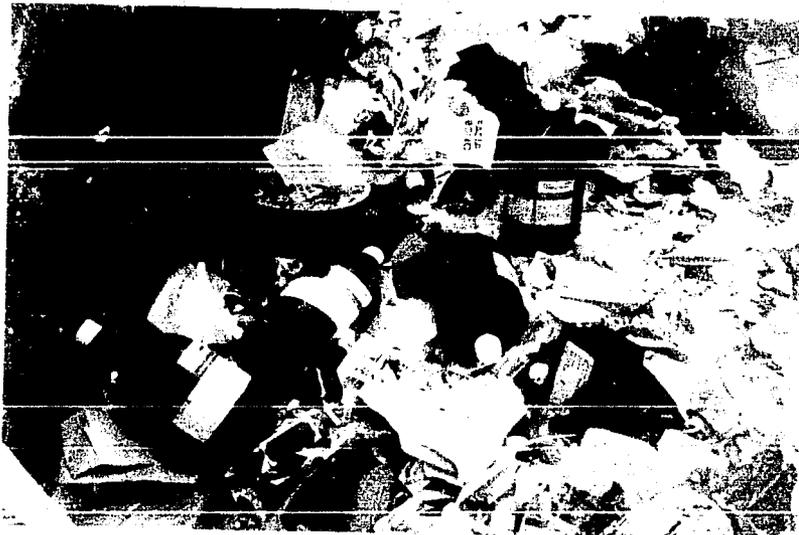
Permanganato de potasio	Glicerol, etilen glicol, benzaldehído, ácido sulfúrico.
Selenuros	Agentes reductores (o generadores de selenuros de hidrógeno).
Plata	Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, ácido fulmínico (producidos en mezclas de ácido nítrico-etanol), compuestos de amonio.
Sodio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono y agua.
Nitrito de sodio	Nitrato de amonio y otras sales de amonio.
Peróxido de sodio	Cualquier sustancia oxidable tales como metanol, etanol, glicerol, etilen glicol, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, furfural, acetato de metilo y disulfuro de carbono.
Sulfuros	Acidos (o generadores de sulfuro de hidrógeno).
Acido sulfúrico	Metales ligeros (litio, sodio, potasio), cloratos, percloratos y permanganatos.
Telúridos	Agentes reductores (o generadores de telúridos de hidrógeno).



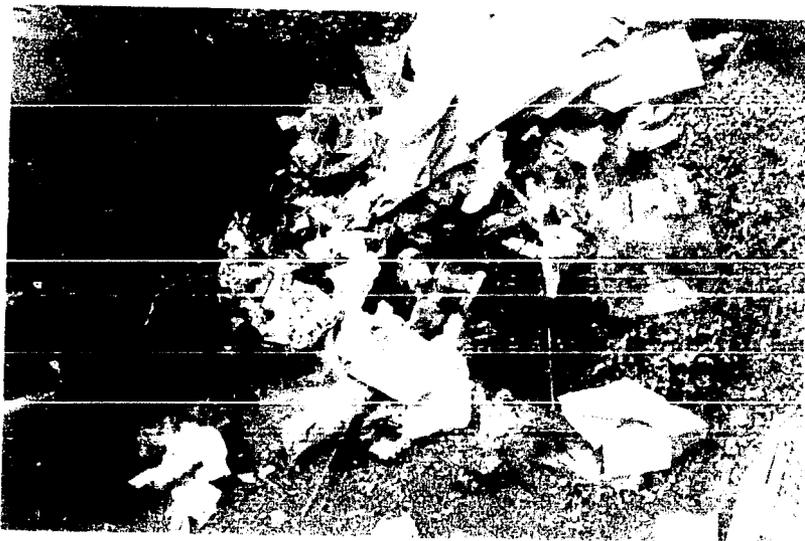
U N A IV
PLANTA GENERAL DE CONJUNTO

PLANTA GENERAL DE CONJUNTO

M A T E R I A L F O T O G R A F I C O



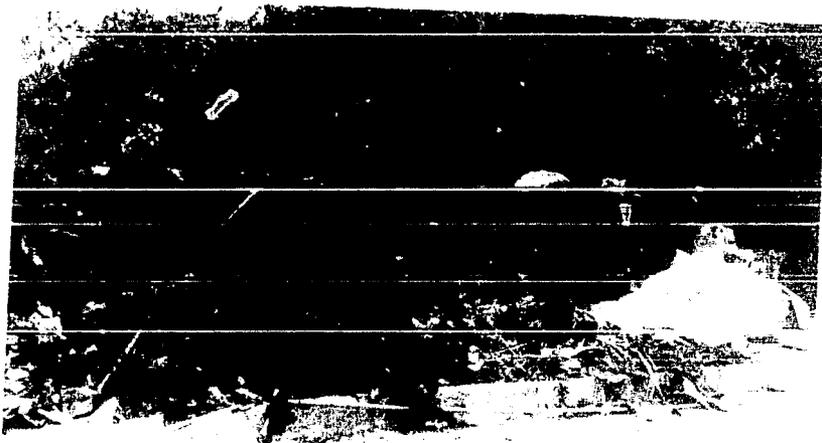
FOTOGRAFIA 1 RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN CU



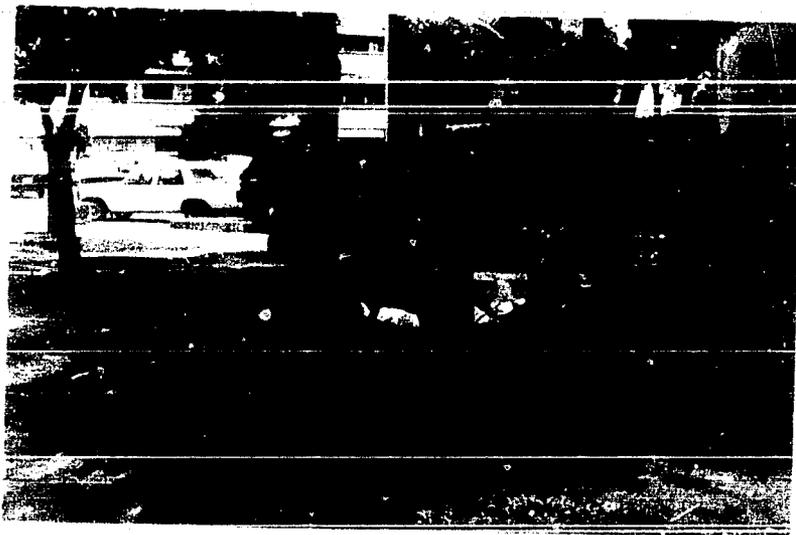
FOTOGRAFIA 2 RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN CU



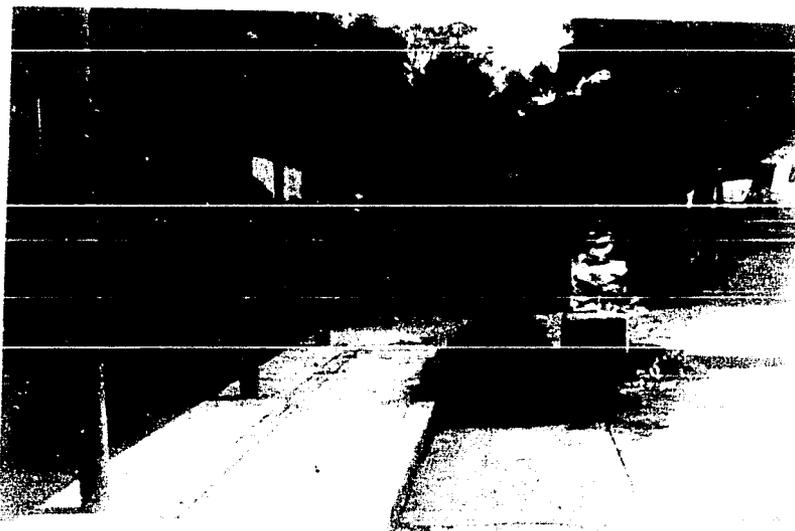
FOTOGRAFIA 3 RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN CU



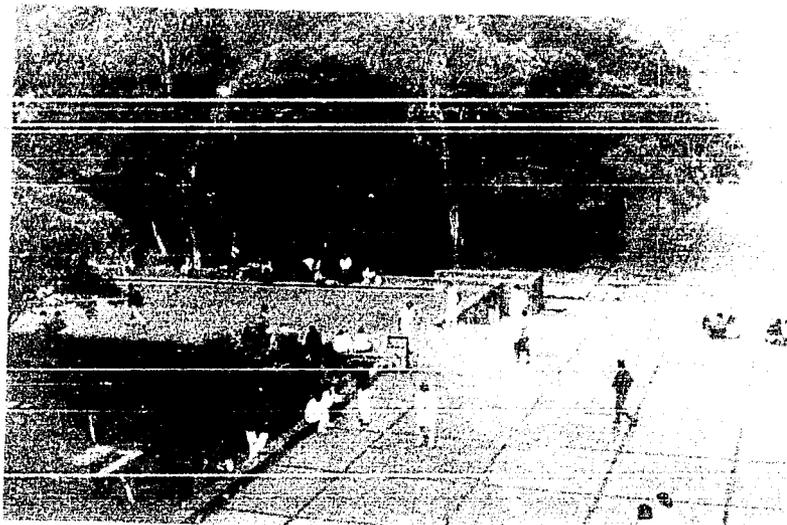
FOTOGRAFIA 4 OTRAS ACTIVIDADES QUE GENERAN RESIDUOS



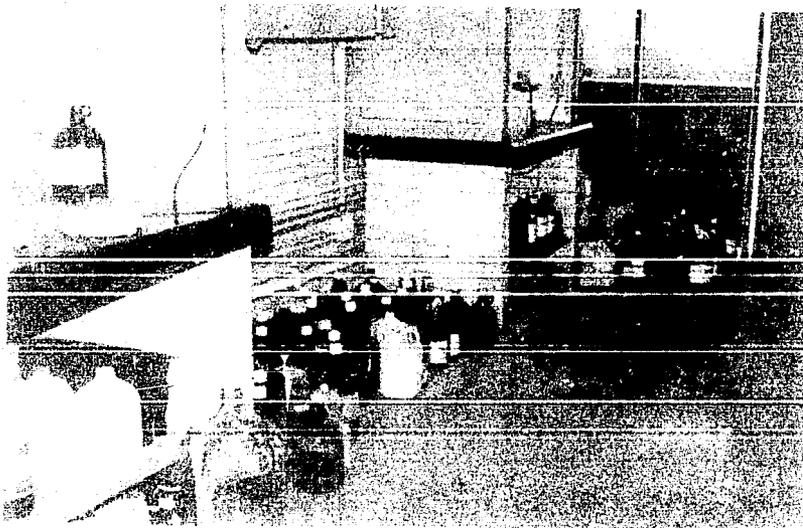
FOTOGRAFIA 5 ELEMENTOS PRESENTES EN ARTESAS



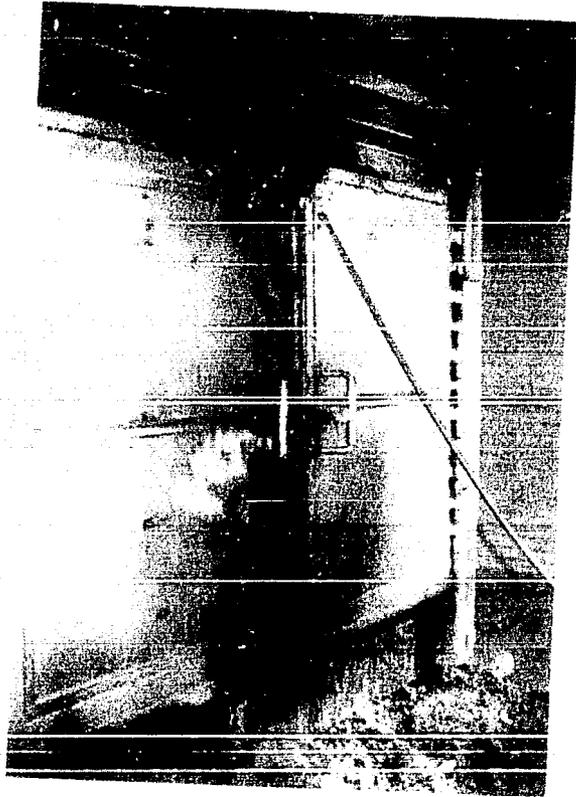
FOTOGRAFIA 6 CLASIFICACION DE ARTESAS



FOTOGRAFIA 7 CLASIFICACION DE ARTESAS



FOTOGRAFIA 9 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS SIN CONSIDERAR INCOMPATIBILIDAD



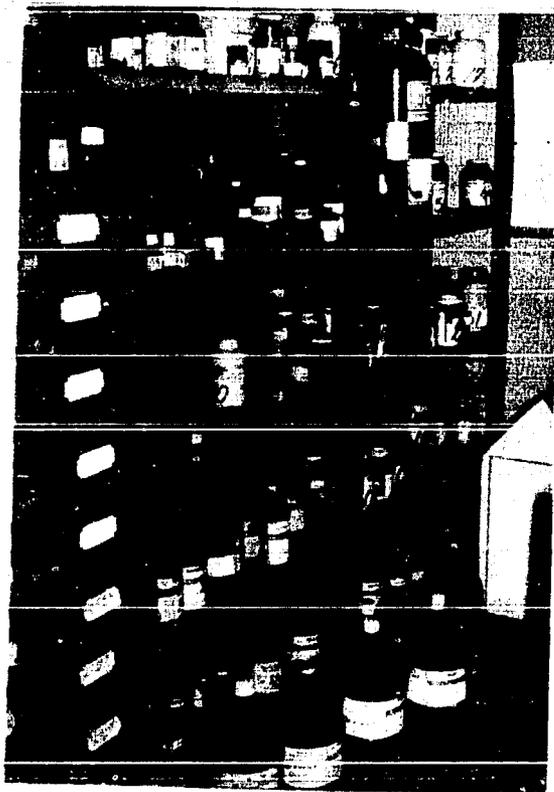
FOTOGRAFIA 8 OPERACION DEL INCINERADOR DE LA FACULTAD
DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA



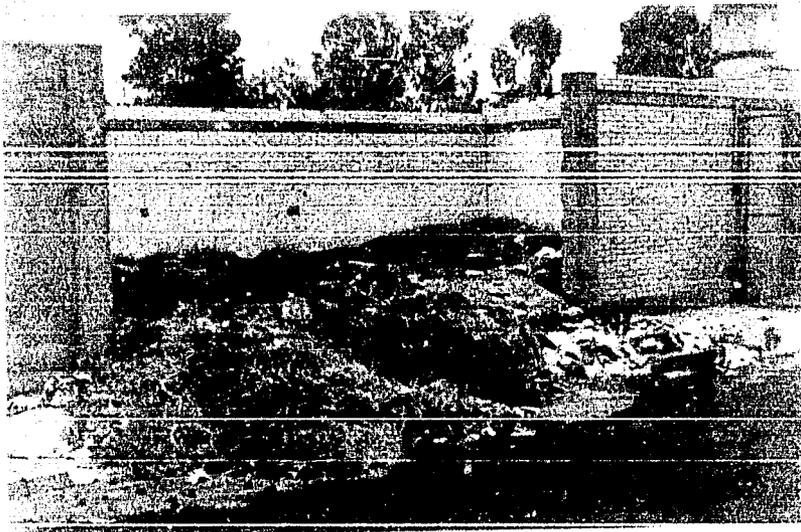
FOTOGRAFIA 10 ACUMULACION DE RESIDUOS PELIGROSOS



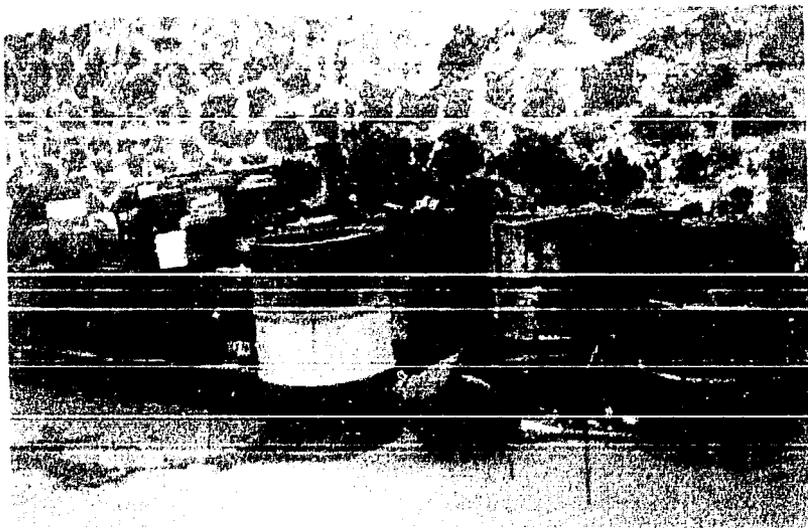
FOTOGRAFIA 12 RESIDUOS HOSPITALARIOS



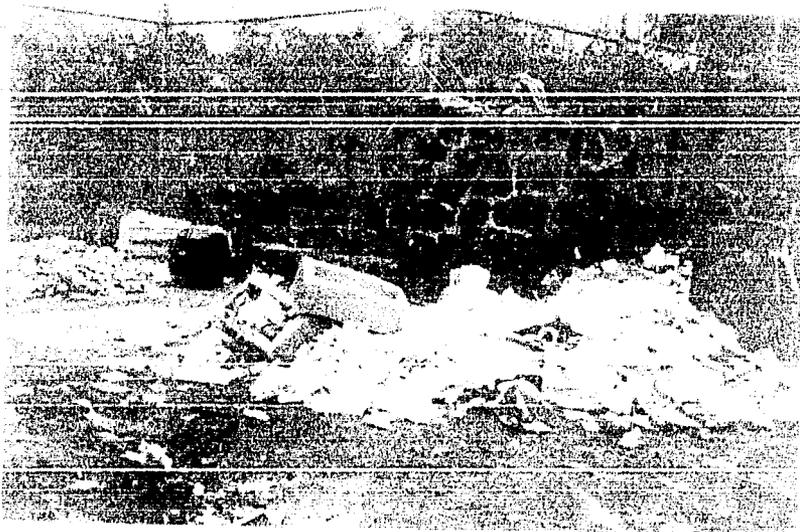
FOTOGRAFIA 11 ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS ANALITICOS SIN CONSIDERAR COMPATIBILIDAD



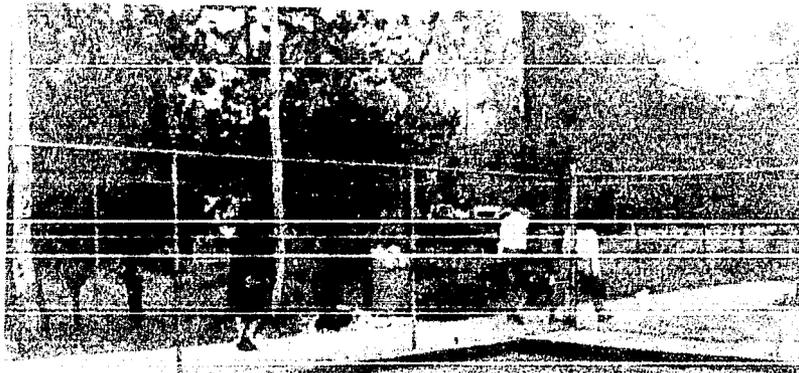
FOTOGRAFIA 13 ACUMULACION DE MATERIALES DE ACAME Y ESTIERCOL
DE LA FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA



FOTOGRAFIA 14 ACUMULACION DE BATERIAS USADAS DE
VEHICULOS UNIVERSITARIOS



FOTOGRAFIA 15 PROBLEMA DE DISEÑO DE ARTESAS



FOTOGRAFIA 16 ACUMULACION DE BASURA EN CAMPANAS



FOTOGRAFIA 17 RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS EN CU



FOTOGRAFIA 18 SOBRECULO DE VEHICULOS EN EL TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

