

No	CURSO	NOMBRE DEL CURSO	TEL. OFNA	TEL. CASA	FAX
	045A)	MOD. 41 CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS.			
No	NOMBRE Y DIRECCION		TEL. OFNA	TEL. CASA	FAX
1.	ING. FULGENCIO AGUILAR AGUILAR SUBDIRECTOR DE LA CONTAMINACION DE LOS SUELOS RIO ELBA No. 20 3er. PISO COL. CUAUHEMOC C.P. 06500 MEXICO, D. F.		553-33-77	536-14-75	
2.-	ING. JORGE SANCHEZ GOMEZ DIRECTOR TECNICO DE DESECHOS SOLIDOS. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS URBANOS, SECRETARIA GENERAL DE OBRAS, DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.				
3.-	PAULA MORENA FRANCO SUBGERENTE DE INGENIERIA AMBIENTAL TEA CONCESIONARIA MINERIA L45 EDF. 6,2o. PISO COL. ESCANDON C.P. 11800		272-99-91 Ext. 2684		
4.-	ING. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA CONSULTOR PARTICULAR GERENTE TECNICO. ARENAL No. 37 COL. CHIMALISTAC DELG. ALVARO OBREGON		548-56-23 548-50-33	6-52-89-69	
5.-	MARGARITA GUTIERREZ ROJAS JEFE DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS SAN ANTONIO ABAD No. 122-6o. PISO COL. TRANSITO.		740-29-98		
OBSERVACIONES:					

No	CURSO	NOMBRE DEL CURSO	TEL. OFNA	TEL. CASA	FAX
	C45A)	MOD. II CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIO.			
No	NOMBRE Y DIRECCION		TEL. OFNA	TEL. CASA	FAX
6.	FIDEL CORTES CARBALLAR DIRECTOR DE RESIDUOS URBANOS Y ESPECIALES. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA RIO ELBA No. 20			631-82-44	
7.	ING. RICARDO ESTRADA NÚÑEZ. SUBDIRECTOR DE SISTEMAS DE MANEJO DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS AV. 412 ESQ. 608 COMPLEJO INDUSTRIAL SAN JUAN DE ARAGON		799-26-28	682-12-12	
8.	YESICA B. PAREDES OJEDA DIRECTOR GENERAL SAYE, S. A. DE C. V. PASEO DE LA REFORMA No. 2977 COL. CUAJIMALPA C.P. 05000		626-54-00	626-54-52	
9.	RAUL MONTES DE OCA GERENTE ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE ARAGON 123 COL. ALAMOS		538-05-35	81302-99	
10.	LUIS SORIA PUENTE INVESTIGADOR DEL CENTRO NAL. DE PREVENCION DE DESASTRES EN EL AREA DE RIESGOS QUIMICOS				
11.	SERGIO RIVA PALACIO CHIANG. DIRECTOR DE AREA DE RESIDUOS PELIGROSOS Y RIESGO SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, - RECURSOS NATURALES Y PESCA I.N.E. RIO ELBA No. 20-3o. PISO COL. CUAUHEMOC.		563-12-35	543-95-12	
OBSERVACIONES					

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y

HOSPITALARIOS

DEL 22 AL 27 DE MAYO DE 1995

DIRECTORIO DE ASISTENTES

SALVADOR ACEVEDO MARQUEZ  
PROFESOR  
E.N.P. ACATLAN  
AV. ALCAÑORES Y CAM. SAN JUAN  
TOTOLTEPEC S/N  
COL. SANTA CRUZ ACATLAN  
53150 NAUCALPAN, EDO. DE MEX.  
TEL. 623 17 68

JOSE BARRERA BELMAN  
DIRECTOR DE CONST. Y MANTO.  
D.G.S.U. D.D.F.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
DEL. IZTAPALAPA  
TEL. 696 14 65

MARIO CAMACHO CARDONA  
INVESTIGACION  
ENEP ACATLAN  
AV. TOTOLTEPEC Y ALCONFORES  
SANTA CRUZ ACATLAN  
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO  
TEL. 397 58 67

MARCO A. GOMEZ GOMEZ  
TECNICO GCIA. DE PROYECTOS  
SERVICIOS DE TEC. AMBIENTAL  
MINERIA 145 EDIF. G PISO 2  
COL. ESCANDON  
11800 MEXICO, D.F.  
TEL. 272 99 91 EXT. 3625

CLAUDIA P. HDEZ. BARRIOS  
INGENIERO CONSULTOR  
CONSULTORIA Y ASESORIA  
EN INGENIERIA AMBIENTAL  
PEGASO 64  
COL. ENSUEÑOS  
54740 CUAUTITLAN IZCALLI,  
EDO. DE MEXICO  
TEL. 873 18 58

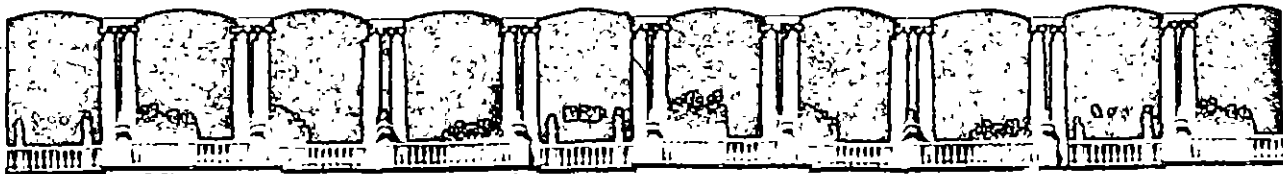
ANTONIO AVALOS RAMIREZ  
PROFESOR  
E.N.P. ZARAGOZA  
PROLA PLUTARCO EL CALLES  
ESQ. BATALLON 5 DE MAYO S/N  
COL. EJERCITO DE ORIENTE  
09230 MEXICO, D.F.  
TEL. 623 07 53

JORGE A. CALDERON GUTIERREZ  
JEFE DE AREA  
D.G.S.U. D.D.F.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
DEL. IZTACALCO  
TEL. 591 17 22

ING. GABRIEL COLINA C.  
GTE. DE PROYECTOS Y SUP.  
HIDRO AMBIENTE DE MEX. S.C.  
BLVD. AGUA CALIENTE  
10535-5-4  
TIJUANA, BAJA CALIFORNIA  
TEL. 66 86 44 44

MARICELA GONZALEZ BARRANCO  
QUIMICO ANALISTA  
PROTEIN, S.A. DE C.V.  
ANIL 86512  
COL. GRANJAS MEXICO  
DEL. IZTACALCO, MEX. D.F.  
TEL. 841 52 32

ING. ARTURO LEON MACIN  
JEFE DE PROYECTO  
SISTEMAS HIDRAULICOS Y  
AMBIENTALES, S.A. DE C.V.  
AQUILES SERDAN 803  
COL. CENTRO  
58000 MORELIA, MICH.  
TEL. 13 89 47



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS .

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS .

MODULO : 2

MANEJO DE RESIDUOS ESPECIALES .

M. en I. JORGE SANCHEZ G.



## CONTENIDO

1. PROBLEMATICA DE LOS RESIDUOS DE ALTO RIESGO A LA SALUD Y AL AMBIENTE (RARSA).
    - 1.1 Fuentes Generadoras
    - 1.2 Tipos de RARSA
    - 1.3 Indicadores Básicos
    - 1.4 Conceptos Básicos sobre los RARSA
    - 1.5 Importancia Ambiental
    - 1.6 Efectos Toxicológicos a la Salud y al Ambiente
  
  2. MARCO LEGAL
    - 2.1 ¿Que es un Residuo Peligroso?
    - 2.2 Normatividad Mexicana
    - 2.3 Normatividad Internacional
  
  3. ESTADO DEL ARTE DEL MANEJO DE LOS RARSA EN MEXICO
  
  4. INICIATIVAS PARA EL MEJOR CONTROL DE LOS RARSA EN EL DISTRITO FEDERAL.
    - 4.1 Propuesta de clasificación de los RARSA
    - 4.2 Programa para reducción y minimización
    - 4.3 Acondicionamiento
    - 4.4 Transporte
    - 4.5 Reciclaje
    - 4.6 Tratamiento
    - 4.7 Disposición Final
  
  5. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA EL DESARROLLO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL REFERENTE A LOS RARSA
  
  6. ANALISIS DE COSTOS PARA EL CONTROL DE LOS RARSA (Descripción de un caso práctico)
  
  7. COMENTARIOS FINALES
- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



## 1. PROBLEMATICA DE LOS RESIDUOS DE ALTO RIESGO A LA SALUD Y AL AMBIENTE (RARSA)

Dentro de las clasificaciones de residuos sólidos, existen varios tipos dependiendo de su fuente generadora así como de sus características. En esta época no se descarta la presencia de los residuos peligrosos dentro de la composición de los residuos municipales.

El control de este tipo de residuos es prácticamente nulo, esto debido a que se carece de una normatividad enfocada específicamente a los generadores de residuos peligrosos de fuentes no industriales. A pesar de que la generación de estos residuos peligrosos es pequeña, no debe descartarse un posible riesgo potencial de afectación al ambiente y a la salud pública, lo cual demanda un adecuado control de estos residuos considerados como residuos de alto riesgo a la salud y al ambiente (RARSA).

La generación de los RARSA se debe a lo siguiente:

- a) Consumo de materiales y productos, que al desecharse se convierten en un residuo peligroso.
- b) La generación de sustancias o materiales derivados de los procesos que se llevan en instalaciones de pequeños negocios e instalaciones de servicios.
- c) Fugas de materiales peligrosos, de los equipos o tanques de almacenamiento, debido a la corrosión de las tuberías, así como al inadecuado mantenimiento de los mismos.
- d) Expiración de productos alimenticios, medicamentos, cosméticos y demás productos de origen industrial, convirtiéndose por este hecho en residuos peligrosos.
- e) Deterioro del empaque de productos de diversa índole por lo que pierden su valor y se convierten en residuos peligrosos.
- f) La importación de productos que no cumplen con las especificaciones locales, o que se deterioran durante su transporte, como es el caso de la importación de medicamentos, alimentos, combustibles, grasas y aceites, cosméticos, etc.

En la mayoría de los países, los RARSA aun son temas poco estudiados, no obstante se tiene conocimiento que para su apropiado control, como es la recolección separada y las actividades de manejo que demandan, y requieren elevadas inversiones.

## 1.1 Fuentes Generadoras

De entre las fuentes no industriales generadoras de pequeñas cantidades de residuos peligrosos, se pueden mencionar las siguientes:

- Casas-Habitación
- Imprentas
- Tiendas de pintura
- Talleres mecánicos
- Tintorerías
- Veterinarias
- Encuadernadoras
- Tiendas de artículos fotográficos
- Laboratorios farmacéuticos
- Tlapalerías
- Gasolinerías
- Laboratorios de universidades y centros educativos
- Laboratorios clínicos
- Servicios médicos particulares
- Laboratorios particulares
- Tiendas de autoservicio y bodegas
- Farmacias (\*)
- Consultorios dentales
- Instalaciones de servicios (tapicerías, fumigadoras, carpinterías, lavado de autos, lavado de alfombras, etc.)
- Pequeñas instalaciones para la elaboración de alimentos y bebidas.

Las actividades realizadas en las instalaciones antes mencionadas pueden generar residuos con características como alta flamabilidad, corrosividad, explosividad, propiedades infecciosas, tóxicas, cancerígenas, etc. que representan riesgos físicos, químicos y biológicos para el hombre y su entorno.

(\*) NOTA: En el caso específico de las farmacias, estas retornan los medicamentos caducos a los centros de distribución que les surten dichos productos y estos a su vez los devuelven a los laboratorios farmacéuticos que los fabrican. La mayor problemática en el caso de las farmacias es cuando éstas mismas preparan medicamentos prescritos en receta médica, ya que en dichas farmacias, se manejan reactivos y sustancias activas, las cuales al desecharse generan cierto riesgo a la salud y al ambiente debido a las características que presentan.

## 1.2 Tipos de Residuos de Alto Riesgo

Los tipos de residuos comúnmente generados por las fuentes antes listadas son:

- Productos automotrices
- Aceites lubricantes
- Pinturas y lacas
- Pegamentos y adhesivos
- Productos de limpieza
- Tintas, toners, etc.
- Desinfectantes
- Plaguicidas
- Medicamentos
- Cosméticos
- Lodos
- Solventes
- Polvos de asbesto
- Ácidos, alcalís y sales
- Materiales fotográficos
- Residuos de compuestos organohalogenados
- Materiales diversos (tales como amalgamas dentales, termómetros, baterías, etc.)
- Productos alimenticios

## 1.3 Indicadores básicos

La International Solid Waste Association, estima que en los países industrializados la generación domiciliaria de estos residuos está en un rango de 1 a 3 kg/habitante/año, lo que representa una mínima cantidad, sin embargo no por ser una cifra diminuta, estos residuos no requieren de un control especial, sobre todo si se toma en cuenta que las casas-habitación no son las únicas fuentes generadoras de estos residuos, de hecho existen instalaciones en los giros comerciales y de servicios, donde la presencia de estos residuos es mucho más elevada.

Dentro de los estudios realizados recientemente en nuestro país, se ha determinado que se genera un 0.33% de RARSA peligrosos en las casas-habitación (Tabla No. 1.3.1).

**TABLA No. 1.3.1**

**COMPOSICION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS PROVENIENTES DE CASAS-HABITACION**

TIPO DE RESIDUOS	%
LIMPIADORES DOMESTICOS	32.948
PRODUCTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CASA	7.286
PRODUCTOS PARA PLAGA DE JARDIN	3.249
PILAS Y LAMPARAS DE LUZ BLANCA	33.860
PRODUCTOS AUTOMOTRICES	2.611
MEDICINAS Y FARMACOS	16.006
COSMETICOS	3.288
OTROS	0.751

De acuerdo con lo antes mencionado, es evidente que esta composición puede variar dependiendo de la fuente generadora; por ejemplo en los laboratorios farmacéuticos, disminuye la generación de medicamentos y fármacos ya que lleva a cabo un control más estricto, viéndose supervisado este aspecto por la Secretaría de Salud, la cual tiene bajo su responsabilidad entre otras funciones, el control de los alimentos no aptos para el consumo y el de los medicamentos que implican riesgos a la salud y al ambiente.

Respecto a un laboratorio de origen farmacéutico, se tomaron datos para evaluar la cantidad de residuos generados (Tabla No. 1.3.2). Al desechar medicamentos, esto implica que se genera una sustancia activa y material de empaque, el cual puede ser aprovechado, reduciendo así los porcentajes de residuos que son recibidos en los sitios de disposición final.

**TABLA No. 1.3.2**

PRODUCTO	CANTIDAD GENERADA (Kg)	MATERIAL DE ENVASE	PESO DEL PRODUCTO (Kg)	REDUCCION POR RECICLAJE %
INYECTABLES Y SUSPENSIONES	7,496.25	VIDRIO	329.9	95.6
CAPSULAS	90.00	CARTON	20.0	66.66
SOLUCIONES	238.20	VIDRIO	55.6	76.65
TABLETAS	33.62	CARTON	13.8	58.92

En otros casos tales como los talleres mecánicos, varía el porcentaje de residuos automotrices, ya que dentro de estos se consideran las grasas y aceites quemados, los cuales para este tipo de actividad, su generación está controlada por parte de la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social).

Al igual que en diversas fuentes generadoras, la composición antes determinada para casas-habitación, sufre una enorme variación, ya que algunos de los componentes son sustituidos por otros, y unos se conservan pero variando sus porcentajes.

Considerando que la SEDESOL publicó en su Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992, que durante 1992 hubo una generación diaria de 60,185 tons. de residuos municipales en el Territorio de la República Mexicana. Recordando que el porcentaje de RARSA corresponde al 0.33% de los residuos generados, se puede obtener la cifra de 198.61 tons. de residuos peligrosos producidos diariamente en el país, extrapolando a un año, se obtiene una cantidad de 72,492.83 ton. de tales residuos. Tan sólo en la Ciudad de México, se producen 11,000 toneladas de residuos sólidos municipales; de los cuales el 48.13% corresponde a residuos generados en casas habitación, obteniendo una generación de 5,294.3 ton/día. Aplicando el 0.33% de RARSA se obtiene una cantidad de 17.47 ton/día; al año, esta cifra asciende a 6,376.98 tons, lo que representa el 8.8% del total de este tipo de residuos al año.

Considerando los porcentajes de la Tabla No. 1.3.1 para los diferentes materiales peligrosos identificados en los residuos domésticos y tratando de establecer una relación con el rango de generación de residuos para los países industrializados, se puede tener una tabla que indique las cantidades y composición de los RARSA, como la No. 1.3.3.

**TABLA No. 1.3.3**

TIPO DE RESIDUOS	%	KG/HAB/AÑO	
LIMPIADORES DOMESTICOS	32.948	0.990	0.330
PRODUCTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CASA	7.286	0.219	0.673
PRODUCTOS PARA PLAGAS	3.249	0.096	0.032
BATERIAS Y ELECTRICOS	33.86	0.017	0.339
PRODUCTOS AUTOMOTRICES	2.611	0.078	0.026
MEDICAMENTOS Y FARMACOS	16.006	0.480	0.160
COSMETICOS	3.288	0.099	0.033
OTROS	0.751	0.021	0.007
TOTAL	100	3	1

#### 1.4 Conceptos básicos sobre los RARSA

Los RARSA son un grupo de residuos y materiales que demandan una atención especial, por sobre el resto de los residuos sólidos municipales, algunos de ellos con características de peligrosidad según los criterios que establece la NOM-CRP-001-ECOL/93; aunque justo es decir que muchos de ellos mediante un tratamiento físico y/o químico, eliminan dicha peligrosidad transformándola en un residuo no peligroso.

En su mayoría estos residuos se manejan de manera semejante al resto de los residuos municipales, ya que se emplea el mismo equipo e instalaciones destinadas para el manejo de estos últimos.

En la actualidad, particularmente los residuos hospitalarios, los fármacos y los lodos en general, generan una gran inquietud social y ecológica en la población. Sin embargo la peligrosidad de este tipo de residuos muchas veces llega a ser cuestionable, ya que pueden ser sometidos a diversos tratamientos que reducen sus características de peligrosidad o los transforman en un residuo no peligroso.

Los RARSA presentan una normatividad escasa para su manejo, siendo más fácil su control, si se plantean ordenamientos claros y precisos.

La gran importancia de ellos radica en que aparecen cada vez con mayor frecuencia dentro de los sistemas de manejo de los residuos municipales.

Por ejemplo, la generación de alimentos y fármacos no aptos para el consumo de la población, así como algunos otros residuos presentan gran variabilidad, debido a que están influenciados por la tecnología, hábitos de consumo, infraestructura de servicios y procedimientos locales para resguardar la salud pública. La peligrosidad de los RARSA se debe en mayor parte a que significa una mayor afectación a la salud poblacional que al medio ambiente.

Desafortunadamente, de acuerdo con la normatividad ambiental algunos de estos residuos deben recibir un manejo semejante al establecido para los residuos peligrosos, por lo que debieran ser dispuestos en un confinamiento controlado. Considerando que no siempre se puede contar con instalaciones para confinamiento controlado, se debe recurrir a los medios y facilidades con las que se cuentan, lo que indica que debe transformar estos residuos con cierta peligrosidad en residuos no peligrosos y seguros para su manejo.



## 1.5 Importancia Ambiental

Los RARSA al igual que cualquier otro tipo de residuo, ejercen cierto impacto al ambiente, siendo una fuente de contaminación del aire, agua y suelo.

Por ejemplo, se puede originar contaminación al aire cuando en un relleno sanitario se depositan residuos de latas de aerosoles, pinturas y limpiadores inadecuadamente, es decir sin un tratamiento previo, lo que desde luego puede ocasionar la presencia de hidrocarburos halogenados y por lo tanto originar emisiones de gases.

En cuanto a la contaminación del agua, esta es producto del incremento de sustancias activas en los lixiviados provenientes de los medicamentos, cosméticos o productos de limpieza ya que los lixiviados arrastran estas sustancias al agua subterránea afectando su calidad así como ejerciendo afectación en la tierra para su posterior uso, por lo que contaminan el suelo.

En un relleno sanitario, la descomposición de los residuos sólidos para su estabilización, se lleva a cabo en dos etapas.

La primera es relativamente corta, se lleva a cabo en presencia de oxígeno y es denominada **FASE AEROBIA**.

Empleando la fórmula molecular de la celulosa, este proceso de degradación se puede ejemplificar mediante el siguiente balance estequiométrico.



De esta expresión se desprende que los principales componentes de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales, son el carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; mientras que los productos finales que se obtienen a partir de su descomposición vía proceso aerobio, son el bióxido de carbono, el agua y el amoníaco.

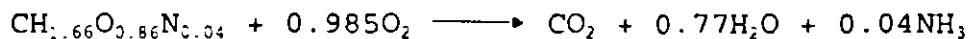
Se estima que los siguientes valores, son representativos del tipo de basura generada en la Ciudad de México.

C = 43.02%  
H = 5.96%  
O = 49.08%  
N = 1.94%

Transformando estos porcentajes en atomo-gramos y expresando los valores en función del carbono, se obtienen las siguientes cifras:

$$\begin{aligned}
 C &= 3.58/3.58 = 1 \\
 H &= 5.96/3.58 = 1.66 \\
 O &= 3.07/3.58 = 0.86 \\
 N &= 0.14/3.58 = 0.04
 \end{aligned}$$

Sustituyendo los coeficientes en el balance, se tiene:



Por lo tanto, la cantidad de oxígeno requerido para la estabilización de basura, es de:

$$\frac{0.985 \text{ (32) gr}}{27.98 \text{ gr}} = 1.126 \text{ ,gr de O}_2 \text{ por gr. de basura}$$

Se estima que un 35% del material contenido en un Kg de basura, es materia orgánica seca, por lo que entonces se llega a la siguiente relación: se requieren 3.22 gr de oxígeno para degradar un gramo de materia orgánica.

Con los valores antes obtenidos, es posible efectuar una comparación entre el potencial contaminante generado por una persona diariamente debido a su producción domiciliar de aguas residuales y de residuos sólidos.

- La D.B.O. (Demanda Bioquímica de Oxígeno) generada diariamente por una persona, debido a su producción de residuos líquidos, se indica a continuación.

#### Consideraciones:

- Dotación = 350 l/hab. día
  - Aportación = 80% de la dotación
  - DBO de las aguas residuales = 300 mg/l = 0.3 g/l
- $$\text{DBO}_{\text{r.líq.}} = 300 \text{ l(hab. día} \times 0.8 \times 0.3 \text{ gr/lt} = 72 \text{ gr/hab. día}$$

- La DBO generada diariamente por una persona en relación a su producción de residuos sólidos, es la siguiente:

#### Consideraciones:

- Generación Per-cápita = 1.00 Kg/hab.día
  - Contenido de Materia Orgánica en los residuos = 40%
- $$\text{DBO}_{\text{r.sól.}} = 1,000 \text{ gr/hab. día} \times 0.40 \times 1.126 = 450 \text{ gr/hab. día}$$

De lo anterior se desprende que un habitante en la Ciudad de México, tiene un aporte potencial contaminante 6.25 veces mayor por su basura que por sus aguas negras.

## 1.6 Efectos toxicológicos a la salud y al ambiente

Dentro de las actividades que contempla el manejo de los residuos sólidos, todas y cada una de ellas sin excepción generan grandes efectos sobre la salud de la población.

El desarrollo inadecuado de las actividades tales como almacenamiento, recolección y disposición final de los residuos puede llegar a propiciar efectos negativos ante la población. Un ejemplo típico es el desarrollo de fauna nociva consistente en proliferación de insectos, roedores y perros, los cuales son transmisores de enfermedades como la rabia, tifo, paludismo, e infecciones de la piel.

Muchas de estas enfermedades son de origen viral, aunque algunas otras pueden ser causadas por bacterias y hongos, los cuales encuentran un habitat óptimo en los residuos siendo esto el origen de que los vectores biológicos transmitan la enfermedad.

Asimismo, bacterias y otros microorganismos presentes en la basura pueden ser transportados a través del aire pudiendo afectar el agua, alimentos y hasta al mismo hombre.

Esta situación es de lo más común cuando en una ciudad sin la cobertura adecuada de recolección y barrido proliferan los tiraderos clandestinos en el área urbana, amén de los problemas de afectación a la estética, infraestructura y a los mantos acuíferos.

Lo anterior muestra como la falta de infraestructura, equipos y métodos adecuados para el manejo de los residuos sólidos pueden generar un problema de afectación a la salud pública, tal vez mayor, al que pudiera provocar un sistema de disposición final seguro y eficiente.

Sin embargo, un problema aún más serio para la salud, es el de los RARSA, los cuales entre otros, incluyen a los alimentos y medicamentos no aptos para el consumo humano. Estos dos grupos principales pueden ser origen de grandes problemas de salud pública, ya que al ser productos de mala calidad, caducidad vencida, deteriorados o contaminados, son causa de envenenamientos o intoxicaciones, muchos de estos residuos son altamente biodegradables y pueden ser depositados sin mayor problema, tal es el caso de los residuos cárnicos o de origen animal y los residuos de origen vegetal tales como granos, semillas y cereales, los cuales se integran fácilmente a ciclo biológico.

Algunos alimentos no aptos para consumo humano como es el caso de los jugos, refrescos, y bebidas enlatadas ejercen un impacto al

ambiente ya que por ser residuos líquidos ejercen un incremento en los lixiviados, sin embargo esto puede ser en ocasiones preferible a que se genere una intoxicación debida al consumo de este tipo de productos, aunque actualmente su estado físico, puede ser modificado mediante la aplicación de un tratamiento.

En general, el riesgo de los RARSA pueden ser enfocado en dos sentidos, el primero si son consumidos por la población, pueden presentar un alto riesgo a la salud del consumidor, y el segundo, si no se lleva un adecuado control de manejo desde su generación, existe el riesgo de que al ser mezclados provoquen un daño inminente al entorno ecológico.

Un caso concreto de lo anterior lo tenemos en los residuos de medicamentos y de manera particular el caso de antibióticos, los cuales al ser dispuestos sin tratamiento alguno pueden crear resistencia de los microorganismos que están en contacto con ellos, volviéndolos cepas resistentes a dicho antibiótico, lo cual es un evento de mayor riesgo. En adición a lo anterior, otros medicamentos pueden generar alergias por parte de la población hacia el medicamento ya que este puede contaminar el agua de los mantos freáticos, que al extraerse se encuentra contaminada con el medicamento, generando una fuerte de afectación a la salud.

Los residuos siendo de cualquier tipo, ejercen afectación sobre la salud, viéndose mayormente afectado el personal que realiza alguna actividad relacionada con los mismos.

Esta situación, se ejemplifica en los Cuadros No. 1.6.1 a 1.6.3.

Es indudable que por el tipo de R.S.M. que se generan en la actualidad, se hallen presentes metales pesados y compuestos orgánicos, elementos que también se encuentran, tanto en las aguas negras como en los lodos de ellos, por lo que se puede mencionar que la afectación al ambiente y a la salud que pueden generar los R.S.M., es similar al que generan las aguas negras. En los Cuadros Nos. 1.6.4 a 1.6.6, se presentan los metales pesados y los químicos orgánicos, más comunmente presentes en los R.S.M.

Finalmente en la misma manera, en el Cuadro No. 1.6.7, se muestran las rutas de contaminación de microorganismos, metales pesados y químicos orgánicos presentes en la basura detallandose la ruta de entrada al individuo mayormente expuesto.

CUADRO No. 1.6.1

PATOGENOS ENCONTRADOS EN RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES Y LODOS DE AGUAS NEGRAS

PATOGENO	ENFERMEDAD
<b>VIRUS</b>	
ENTEROVIRUS	GASTROENTERITIS, ENFERMEDADES CARDIACAS, MENINGITIS
ROTAVIRUS	GASTROENTERITIS
PAROVIRUS	GASTROENTERITIS
ADENOVIRUS	INFECCIONES DEL TRACTO RESPIRATORIO, CONJUNTIVITIS
VIRUS DE HEPATITIS A	HEPATITIS VIRAL
POLIOVIRUS	POLIOMIELITIS
ECHOVIRUS	MENINGITIS
COXSACKIVIRUS	MENINGITIS
<b>BACTERIAS</b>	
SALMONELLA (1,700 ESPECIES)	TIFOIDEA Y SALMONELOSIS
SHIGELLEA	SHIGELOSIS
MYCOBACTERIUM TUBERCULOSI	TUBERCULOSIS
VIBRIO CHOLAE	COLERA
ESCHERICHIA COLI	GASTROENTERITIS
YERSINIA ENTEROCOLICA	GASTROENTERITIS
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	GANGRENA
CLOSTRIDIUM BOTULINUM	BOTULISMO
LISTERIA MANOCYTOGENES	MENINGO-ENCEFALITIS
<b>PROTOZOA</b>	
ENTAMOEBÄ	AMIBIASIS
GIARDIA LAMBLIA	GIARDIASIS
BALANTIDIUM COLI	BALANTIDIASIS

CUADRO No. 1.6.1

PATOGENOS ENCONTRADOS EN RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES Y LODOS DE AGUAS NEGRAS

NAEGLERIA FOWLERI	MENINGO ENCEFALITIS
ACENTHAMOEBA	MENINGO ENCEFALITIS
HELMINTOS	
ASCARIS LUMBRICOIDES	ASCARIOSIS
ANCYLOSTOMA SP.	ANCILASTOMIOSIS
NECATOR AMERICANUS	NECATORIASIS
ENTEROBIUS VERMICULARIS	ENTEROBIASIS
STRONGYLOIDES STERCORARIS	ESTRONGILAI DLIASIS
TOXCARA SP.	LARVA EN VICERA
TRICURIS TRICHIURA	TRICHURIASIS
DIPHYLLOBOTHRIUM LATUM	LOMBRIZ SOLITARIA
DIPHYLLOBO-THRIUM CANIUM	LOMBRIZ SOLITARIA
TAENIA SAGINATA	LOMBRIZ SOLITARIA
HYMENOLEPSIS MANA	LOMBRIZ SOLITARIA
FASCIOLA HEPATICA	FASCIOLIASISS
ECHINOCOCCUS GRANULOSUS	ECHINOCCOSIS
ECHINOCOCCUS MULTILOCCULARIS	ENFERMEDAD ALVEOLAR
FUNGI	
CANDIDA SP.	MICOSIS SISTEMICA Y DE PIEL
TRICOSPORON CUTANEUM	MICOSIS DE PIEL
ASPERGILLUS FUMIGATUS	MICOSIS DE PULMON
TRICOPHYTON SP	MICOSIS DE PIEL
EPIDEMOPHYTON SP	MICOSIS DE PIEL
MICROSPORUM SP	MICOSIS DE PIEL
HISTOPLASMA CAPSULATUM	HISTOPLASMOSIS
COCCIDIODIES IMMITIS	COCCIDO IDOMICOSIS
BLASTOMYCES DERMATITIDES	BLASTOMICOSIS
SPOROTHRI SCHENKII	ESPOROTRICOSIS

CUADRO No. 1.6.2

MICROORGANISMOS PRESENTES EN DIFERENTES TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS

ORGANISMOS	MICROORGANISMOS/g		
	LODOS DE AGUAS NEGRAS	RESIDUOS HOSPITALARIOS	RESIDUOS MUNICIPALES
COLIFORMES TOTALES	$2.8 \times 10^9$	$9.0 \times 10^8$	$7.7 \times 10^8$
COLIFORMES FECALES	$2.4 \times 10^8$	$9.0 \times 10^8$	$4.7 \times 10^8$
STREPTOCOCOS FECALES	$3.3 \times 10^7$	$8.6 \times 10^8$	$2.5 \times 10^9$
CUENTA TOTAL EN PLACA	$1.7 \times 10^8$	$3.8 \times 10^8$	$4.3 \times 10^9$

CUADRO No. 1.6.3

NIVELES DE ORGANISMOS EN LISIMETROS DESPUES DE 10 AÑOS

ORGANISMOS	COLONIAS/g DE BASURA HUMEDA		
	CUENTA INICIAL	CUENTA DESPUES DE 2 AÑOS	CUENTA DESPUES DE 10 AÑOS
COLIFORMES TOTALES	$6.2 \times 10^6$	$5.6 \times 10^4$	$1.4 \times 10^8$
COLIFORMES FECALES	$2.6 \times 10^7$	$5.6 \times 10^3$	< 0.2
STREPTOCOCOS FECALES	$1.4 \times 10^8$	$1.6 \times 10^4$	$2.4 \times 10^2$

CUADRO No. 1.6.4

NIVELES DE METALES TRAZA EN RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

METALES	MEZCLA DE RESIDUOS ORGANICOS COLECTADOS (mg/Kg)	RESIDUOS ALIMENTICIOS COLECTADOS SEPARADAMENTE (mg/Kg)
CADMIO	2	0.24
CROMO	38	4.8
COBRE	48	NO ANALIZADO
PLOMO	520	3.00
ZINC	290	25.80

CUADRO No. 1.6.5

NIVELES DE METALES TRAZA EN RESIDUOS  
SOLIDOS MUNICIPALES COMPOSTEADOS

METAL	RESIDUOS DOMICILIARIOS COMPOSTA 1 (mg/kg)	RESIDUOS DE JARDINERIA COMPOSTA 2 (mg/kg)	MEZCLA DE RESIDUOS SEPARADOS MECANICAMENTE COMPOSTA 3 (mg/kg)
CADMIO	0.8	1.1	8.3
CROMO	43.0	18.0	290.0
COBRE	35.0	57.0	780.0
PLOMO	130.0	100.0	680.0
ZINC	195.0	290.0	1,090.0
ARSENICO			2.7
COBALTO			8.3
MERCURIO			2.6
MOLIBDENO			28.0
NIQUEL			140.0
SELENIO			0.7



CUADRO No. 1.6.6

QUIMICOS ORGANICOS ENCONTRADOS EN RESIDUOS SOLIDOS  
MUNICIPALES Y LODOS DE AGUAS NEGRAS

HIDROCARBUROS AROMATICOS POLINUCLEARES
BIFENILOS POLICLORADOS
BIFENILOS POLIBROMADOS
TERFENILOS POLICLORADOS
FENOL
SOLVENTES Y FENOLES CLORADOS
INSECTICIDAS ORGANOCORADOS
RESIDUOS DE HERBICIDAS
COMPUESTOS ORGANO ESTANOSOS
ESTERES FTALATOS
HIDROCARBUROS DEL PETROLEO
SURFACTANTES
DETERGENTES
AMINAS AROMATICAS
LODOS POLIELECTROLITICOS

CUADRO No. 1.6.7

RUTAS DE CONTAMINACION DE METALES PESADOS, PATOGENOS  
Y QUIMICOS ORGANICOS PRESENTES EN R.S.M.

RUTA	INDIVIDUO MAYORMENTE EXPUESTO
RSM-SUELO-PLANTA-HUMANO	CADENA ALIMENTICIA
RSM-SUELO-HUMANO	RESISTENTES DE ZONAS URBANAS
RSM-SUELO-PLANTA-ANIMAL-HUMANO	GRANJEROS Y CONSUMIDORES DE CARNE
RSM-SUELO-ANIMAL-HUMANO	GRANJEROS Y CONSUMIDORES DE CARNE
RSM-SUELO-PLANTA-ANIMAL	GANADO
RSM-SUELO-ANIMAL	GANADO DE PASTURA
RSM-SUELO-PLANTA	PLANTAS DE JARDIN Y COSECHAS
RSM-SUELO-BIOTA DEL SUELO	LOMBRIZ DE TIERRA Y BABOSAS
RSM-SUELO-BIOTA DEL SUELO-PREDADORES	AVES, MAMIFEROS Y REPTILES
RSM-SUELO-AIRE-HUMANOS	TRABAJADORES Y RESIDENTES CERCANOS A INSTALACIONES DE MANEJO DE RSM
RSM-SUELO-AGUA SUBTERRANEA-HUMANOS	USUARIOS DEL AGUA

## 2. MARCO LEGAL

El artículo 27 constitucional es el fundamento para toda la política de conservación de recursos naturales en nuestro México. Con base en él se elaboró toda la legislación en lo que refiere los recursos naturales, por lo que se puede afirmar que la legislación ecológica y ambiental tiene como base los principios de este concepto.

Para caracterizar de ecológica a la legislación mexicana que se derivó del artículo 27 constitucional, hay que hacer una serie de aclaraciones, ya que evidentemente desde 1917 se tenía la idea del principio de conservación de los recursos naturales, pero faltaba un principio unificador que permitiera que los postulados consagrados en la Constitución fueran llevados al plan práctico.

Incluso al hacer un diagnóstico de los problemas ecológicos, parecería que nunca había existido la preocupación por evitarlos; sin embargo, esto no sucedió así, ya que existía el principio, pero faltaba la conciencia de las autoridades como de los ciudadanos para llevar a cabo el principio de conservación.

Esta falta de conciencia, y de conocimiento, trajo como consecuencia que el sistema jurídico mexicano no dispusiera de un principio base para unificar la legislación.

Por lo anterior, podemos decir que la legislación se dispersó, y se comenzó a legislar por recurso natural individualmente, surgiendo las leyes de aguas, suelos, bosques, parques nacionales, y las relativas al sector agrario, industrial, urbano y de servicio, así como las de caza, pesca, actividad ganadera y pecuaria.

En la década de los setenta, a nivel mundial se despertó la conciencia en lo que a problemas ambientales se refiere. Estos tuvieron como prototipo a la contaminación, que en esa época ya tenía índices alarmantes, y era el reflejo de un proceso de desarrollo industrial. De manera particular, en México esta situación no pasó desapercibida debido a que ya existían regiones que seguían ese patrón, pero de ninguna manera se consideraban problemas urgentes a resolver. Desde entonces, junto con la contaminación, ya existían grandes índices de erosión de los suelos, un desenfrenado crecimiento demográfico, un proceso de urbanización acelerado en todo el país, la desertificación, la devastación de bosques y selvas; es decir, la contaminación no era más que otro problema; sin embargo, la reforma constitucional lo consideró el único, cuando en la Reforma a la Constitución de 1917 en materia ecológica se incorporó el principio de prevención y control de la contaminación específicamente en la base 4a. de la Fracción XVI del artículo 73, publicada el 6 de julio de 1971,

desafortunadamente esta reforma no era suficiente, ya que no resolvía dicha problemática con una visión global y "nacional" (que actualmente se caracteriza como ambiental), sino considerando a todos y cada uno de ellos como problemas aislados y no como parte integral.

Por la tendencia mundial, se consideraban a estos problemas como de salubridad, ya que en los años setenta se comenzaban las investigaciones sobre los efectos de los contaminantes en la salud humana; por ello, los efectos que generaba la contaminación podían equipararse a los que producen otros fenómenos sociales como el tabaquismo.

Debido a la invitación que tenía nuestro país para acudir a la Conferencia de Estocolmo y atendiendo al informe que algunos expertos habían realizado con el nombre de "Una Sola Tierra" se consideró necesaria otra reforma, pero faltó un análisis más profundo del problema.

En este sentido, la reforma fue poco afortunada, ya que al darle un nivel de importancia similar al de las campañas contra el tabaquismo, se minimizó la problemática. Por lo que se puede decir que la legislación ecológica en México apareció hasta ésta década, ya que anteriormente se había abordado la materia a través de la regulación de los recursos naturales. Destaca dentro de estos ordenamientos, la Ley de Conservación de Suelo y Agua, publicada el 6 de julio de 1946.

Por lo expuesto, son antecedentes importantes en materia legislativa todos los ordenamientos y leyes publicadas antes de la aparición de la actual ley, todos ellos relacionados con las aguas, el uso y tenencia de la tierra, los bosques, etc., y cuestiones sanitarias relativas a la industria en general, las materias que se relacionan con aspectos ambientales.

El 28 de mayo de 1988, se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y entró en vigor el día 1° de mayo de ese mismo año, siendo en la actualidad la vigente.

La Ley Ecológica contiene una serie de definiciones que son en realidad el marco conceptual en el que se fundan las instituciones que en ella aparecen.

## 2.1 ¿Que es un residuo peligro: ?

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente en su artículo 3° fracción XXVII se refiere únicamente a residuos peligrosos como: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico-

infecciosos o irritante, representan un peligro para el equilibrio ecológico al ambiente.

En una clasificación de tipo general que englobe el total de los residuos: industriales, especiales y municipales es irresponsable soslayar la presencia de residuos peligrosos, aunque dentro de los municipales el contenido es mínimo en relación a los otros dos grupos.

Se puede decir que los residuos químicos industriales peligrosos, son componentes inevitables de la actividad productiva cuya existencia, y sobre todo, cuyas implicaciones para la salud y el ambiente, no habían sido consideradas sino hasta hace poco tiempo.

Se ha identificado que es más oneroso remediar que prevenir los daños, por lo que se reconoce que la mejor alternativa para la solución de los problemas que plantean consiste en evitar su generación. Esto ha inducido un cambio significativo en la planeación de nuevos productos y procesos de producción.

Aunado a lo anterior, de manera paralela, se ha enfrentado el desafío de la problemática y costo que implica la disposición final de los desechos peligrosos que se han acumulado hasta ahora y los que, a pesar de las medidas preventivas, se seguirán generando.

## **2.2 Normatividad Mexicana**

Dentro de las acciones en materia legislativa, referente a la preservación del medio ambiente y el derecho a la salud, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las consideraciones que se reportan en el Cuadro No. 2.2.1.

Ahora bien en el Cuadro No. 2.2.2, se describen los distintos sectores del Gobierno Federal relacionados directa o indirectamente con el control de los residuos peligrosos, según lo establece la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

CUADRO No. 2.2.1

MARCO NORMATIVO PARA RESIDUOS PELIGROSOS

CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	ARTICULO 4°.	DERECHO DE TODOS LOS MEXICANOS DE LA PROTECCION A LA SALUD.
	ARTICULO 27.	PRESERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO.
	ARTICULO 73.	FRACCION XXI  - EL CONGRESO DE LA UNION TIENE LA FACULTAD DE EXPEDIR LEYES QUE ESTABLEZCAN LA CONCURRENCIA DEL GOBIERNO FEDERAL, DE LOS GOBIERNOS DE LOS ESTADOS, Y DE LOS MUNICIPIOS EN MATERIA DE PROTECCION AL AMBIENTE, DE PRESERVACION Y RESTAURACION DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO.  - LA ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL TIENE ENTRE SUS ATRIBUCIONES LA PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE Y LA PROTECCION ECOLOGICA ASI COMO EL CONTROL DEL AGUA Y DRENAJE, TRATAMIENTOS DE AGUAS Y DISPOSICION Y TRATAMIENTOS DE LA BASURA.
	ARTICULO 123.	REFERIDO A LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO SEÑALA LAS OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS PATRONES DE ACUERDO A LA NATURALEZA DE SU NEGOCIACION LOS PRECEPTOS LEGALES SOBRE HIGIENE Y SEGURIDAD.

CUADRO No. 2.2.2

LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL

ARTI- CULO	FRACCION	SECRETARIA DE GOBIERNO	DISPOSICION
3	VIII	ENERGIA MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL	REGULAR LA INDUSTRIA PETROLERA, PETROQUIMICA BASICA, MINERA, ELECTRICA Y NUCLEAR.
27	XXXII	GOBERNACION	COORDINAR ACTIVIDADES DE PREVENCION Y PREPARACION EN CASO DE DESASTRE.
32	XXIII, XXIV, XXV, XXVI	DESARROLLO SOCIAL	CONDUCCION LA POLITICA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL. ESTABLECER NORMAS Y CRITERIOS ECOLOGICOS. EJECUTAR ACCIONES EN SITUACIONES DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA AMBIENTAL.
34	XXI	COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL	REGULAR Y PROMOVER EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION, Y SUMINISTRO DE GAS
35	VI, VII	AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS	DEFINIR Y APLICAR METODOS TECNICOS PARA MEJORAR RENDIMIENTOS. ADMINISTRAR SERVICIOS DE VIGILANCIA SANITARIA Y PRODUCCION DE FARMACOS DE USO ANIMAL.
36	IX	COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	OTORGAR CONCESIONES Y PERMISOS Y REGLAMENTAR EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS.
39	I, X, XII, XIII, XVII, XXI	SALUD	ESTABLECER Y DIRIGIR LA POLITICA SANITARIA PARA PRESERVAR LA SALUD HUMANA. PROTEGER LA SALUD DE LOS TRABAJOS.
40	XI	TRABAJO Y PREVISION SOCIAL  DEFENSA NACIONAL  GOBERNACION	ORDENAR MEDIDAS DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL.  REGULAR Y CONTROLAR SUSTANCIAS EXPLOSIVAS. AUXILIAR A LA POBLACION EN CASO DE DESASTRE.  COORDINAR ACTIVIDADES DE PREVENCION Y PREPARACION SOBRE DESASTRES.

La actividad de control y manejo de residuos industriales peligrosos tiene su fundamento en:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (LGEEPA)
- El Reglamento de la misma ley en materia de residuos peligrosos.
- Siete Normas Oficiales Mexicanas que cubren los criterios de peligrosidad y la operación de confinamientos controlados.
- Ocho formatos con sus respectivos instructivos.
- Tres decretos y dos acuerdos para la importación y exportación de materiales y residuos peligrosos, plaguicidas, así como sustancias tóxicas.

De manera particular, quienes están involucrados en actividades relacionadas con tales residuos deben manifestarse a la autoridad Federal en la materia que es la Dirección General de Normatividad Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, a través de las delegaciones estatales de la SEDESOL, la información relativa a los manifiestos que se generan en su entidad.

Los avances logrados en el establecimiento del Marco Legal para la gestión de los residuos peligrosos en México, desde la perspectiva de LGEEPA, aparecen resumidos en el Cuadro No. 2.2.3.

### CUADRO No. 2.2.3

#### ORDENAMIENTO PARA LA REGULACION DE RESIDUOS PELIGROSOS

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (25 DE NOV. 1988)
NORMA NOM-CRP-001/93 ESTABLECE LOS CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y EL LISTADO DE LOS MISMOS.
NORMA NOM-CRP-002/93 PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE EXTRACCION PARA DETERMINAR LOS CONSTITUYENTES DE UN RESIDUO QUE HACEN PELIGROSO.
NORMA NOM-CRP-003/93 DETERMINACION DE LA INCOMPATIBILIDAD ENTRE DOS O MAS RESIDUOS PELIGROSOS.
NORMA NOM-CRP-008/93 ESTABLECIMIENTO DE LOS REQUISITOS QUE DEBE TENER UN CONFINAMIENTO PARA RESIDUOS PELIGROSOS EXCEPTO RADIATIVOS.
NORMA NOM-CRP-009/93 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS.
NORMA NOM-CRP-010/93 REQUISITOS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL DISEÑO CONSTRUCCION Y OPERACION DE CELDAS DE CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS DETERMINADOS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-CRP-001/93.
NORMA NOM-CRP-011/93 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA OPERACION DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.
INSTRUCTIVO PARA EL MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCION DE RESIDUOS PELIGROSOS.
INSTRUCTIVO PARA EL MANIFIESTO DE CASOS DE DERRAME DE RESIDUOS PELIGROSOS/ACCIDENTALES.
INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DEL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL QUE TIENEN QUE ELABORAR LAS EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS.
REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA SU RECICLO, TRATAMIENTO, INCINERACION Y CONFINAMIENTO.
REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS RECIBIDOS PARA RECICLAJE O TRATAMIENTO.

### 2.3 Normatividad Internacional

Es importante hacer notar que históricamente, son los países industrializados los que inician y promueven la implantación del enfoque de riesgos para la toma de decisiones sobre residuos químicos peligrosos, bajo la presión pública surgida del conocimiento y/o de la percepción de los peligros que éstos pueden encerrar para la salud o el ambiente.

El método de evaluación de riesgos, con todas las imprecisiones que aún encierra, ofrece a las autoridades la posibilidad de contar con elementos objetivos de información científico-técnica, para determinar un valor o índice numérico para establecer límites permisibles y normar la difusión de una sustancia química en el ambiente o la exposición a él.

Sin embargo, las autoridades en dichos países no solo responden a las presiones del público, sino que también lo hacen a las demandas de los sectores y, en este caso, surgieron de parte de la industria química, cuyos intereses económicos y comerciales se ven afectados por la reglamentación de sus productos.

De ahí que se genere todo un movimiento de evaluación crítica de las bases que fundamentan las reglamentaciones y de sus implicaciones económicas y sociales e inclusive políticas, lo cual llevó a introducir el concepto y la metodología para determinar el riesgo socialmente aceptable y la aplicación del análisis costo-beneficio para la toma de decisiones.

De manera que en dichos países existe ya una tradición, aunque tal vez aún incipiente, de colaboración o interacción entre el gobierno, la industria y representantes del sector social, para definir los rumbos a seguir en materia de gestión de productos químicos, cuyo propósito es balancear los distintos intereses.

Es así que en la medida que ha ido incrementándose la dependencia de productos químicos, para satisfacer los requerimientos de la vida moderna, los gobiernos han identificado la necesidad de establecer ordenamientos jurídicos para su control.

Las leyes nacionales sobre productos químicos, establecen un marco para proteger a la población de sus efectos adversos sobre la salud y el ambiente. Ellas:

- identifican objetivos
- señalan su intención
- delegan responsabilidades para su cumplimiento y verificación, y
- establecen sanciones por incumplimiento.

A su vez, la aplicación de las leyes requiere del establecimiento de reglamentaciones o directrices detalladas.

El grado de participación de los gobiernos en su instrumentación, depende de diversos factores de índole nacional:

- limitaciones constitucionales,
- tradiciones políticas,
- tamaño y geografía del país y
- su grado de industrialización.

La mayoría de los países del mundo que han adoptado legislaciones para el control de productos químicos son miembros de la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE), lo que no es fortuito, ya que ellos producen dos terceras partes de los productos químicos objeto de comercio en el mundo.



La OCDE está formada por 24 países que incluyen: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía.

En los países con sistemas parlamentarios, los ministerios de los gobiernos preparan los proyectos de legislaciones, reglamentos y otros ordenamientos jurídicos basados en las políticas de los gobiernos. Tales proyectos son debatidos en el seno de los parlamentos, y el grado de participación pública en su debate varía de país a país.

En los países con una gran tradición de cooperación entre el gobierno y la industria, la legislación sólo da un marco general de acción sin especificaciones. Lo cual deriva de una confianza mutua, por lo que las acciones voluntarias son comunes y rara vez se producen disputas que requieran la intervención de los juzgados para resolverlas.

En los Estados Unidos de América, por el contrario, los reguladores y regulados suelen comportarse como adversarios. Por ello, es común que las diferencias se resuelvan en los juzgados y continuamente sean criticadas las reglamentaciones.

La instrumentación y verificación de las reglamentaciones, depende de la distribución de responsabilidades administrativas entre los gobiernos federales, estatales y locales. Lo cual, alguna vez, depende de los marcos constitucionales.

Los riesgos de los residuos peligrosos han sido abordados tradicionalmente desde un punto de vista sectorial, más que una manera integrada. De ahí que las reglamentaciones se apliquen a grupos de residuos peligrosos con generación específica (por ejemplo aditivos de alimentos, medicamentos o agroquímicos); al control de la calidad del aire o del agua; o a limitar la exposición a sustancias químicas específicas (por ejemplo plomo).

Aunque la tendencia actual enfatiza la importancia del control de productos químicos a lo largo de su ciclo de vida integral, lo cual requiere de una amplia coordinación intersectorial.

Los riesgos de las sustancias químicas potencialmente tóxicas son mayores en los ambientes ocupacionales, en donde se producen, procesan, usan o almacenan. Por lo cual se ha puesto énfasis en proteger a los trabajadores de los efectos de exposiciones continuas y duraderas, aunque la forma de en que esto se lleva a cabo varía de país a país.

Las acciones en la materia en los países de la Comunidad Europea, se vieron estimuladas por la directriz sobre la clasificación, el envasado y etiquetado de sustancias tóxicas. Así mismo, el Reino Unido estableció una reglamentación sobre salud y seguridad en el trabajo, que se convirtió en modelo y que resalta la importancia de unificar o centralizar las acciones en la materia.

En general, el propósito de las legislaciones es establecer códigos de conducta para proteger la salud de los trabajadores de la exposición a sustancias peligrosas.

El principio en el que se basan las legislaciones de la materia es "la responsabilidad primaria de hacer algo respecto a los accidentes y enfermedades laborales, descansa en quienes crean esos riesgos y en aquellos que trabajan esnfrentándolos". Por lo cual tratan de establecer una base para que los empresarios resuelvan los problemas de salud y seguridad de sus trabajadores con la participación de los mismos y guía del gobierno.

Las medidas reglamentarias y de otro tipo que se han puesto en práctica para la gestión de empresas que fabrican, procesan o emitan sustancias tóxicas, comprenden:

- reglamentaciones sobre los usos del suelo,
- procedimientos de impacto ambiental,
- normas de emisiones y descargas,
- reglamentaciones sobre residuos peligrosos,
- reglamentaciones sobre las rutas para el transporte de productos o residuos químicos peligrosos,
- condiciones obligatorias para el cumplimiento de las reglamentaciones e
- incentivos y desincentivos para desalentar actividades contaminantes.

Una forma de controlar las emisiones y descargas contaminantes, es a través del condicionamiento de una licencia de operación, al cumplimiento de ciertos requisitos específicos, licencias que según el país del que se trate pueden ser emitidas a nivel federal, estatal o local.

Las condiciones para la emisión de licencias, pueden incluir la instalación de equipos para abatir la contaminación, con base en la mejor tecnología disponible, y teniendo como referencia los límites máximos de contaminantes establecidos.

La tendencia de los países de la OCDE consiste en el empleo de instrumentos económicos que induzcan la innovación tecnológica y la libre iniciativa para elegir los mecanismos para cumplir con las reglamentaciones ambientales que tienden a ser cada vez más estrictas.

Existe una estrecha relación entre los usos de los productos químicos, su peligrosidad, y las reglamentaciones para su control. La mayoría de los países han establecido listas de residuos, basadas en su grado de toxicidad aguda, como una de las causas iniciales de gestión de riesgos. En los países OCDE, los productos químicos que han sido desarrollados para actuar directamente sobre los organismos vivos, como medicamentos y plaguicidas, son objeto de una extensa experimentación previa a su comercialización.

La evaluación de los plaguicidas se encuentra comúnmente bajo la responsabilidad de las autoridades sanitarias y agrícolas en la mayor parte de los países, aunque en otros (como los Estados Unidos) depende de la autoridad ambiental.

Además de los plaguicidas, otros productos químicos son objeto de particular atención en los programas de control. Por ejemplo, se está prestando particular atención a los posibles peligros para la salud y el ambiente de los fertilizantes, aditivos para alimento animal y medicamentos veterinarios.

En los países de la OCDE los aditivos para alimentos de consumo humano están sujetos a aprobación, para lo cual se requiere se presenten datos que indiquen que no son dañinos para la salud.

Por lo general, las actividades de los gobiernos tendientes a proteger la salud de los consumidores, son reactivas. Es decir, se establecen en respuesta al hallazgo de efectos adversos por exposición a un producto químico específico.

Tanto en Suecia como en Noruega, se ha establecido una legislación proactiva en vez de reactiva, que define responsabilidades en el manejo y eliminación seguros de los productos que contengan sustancias químicas capaces de dañar la salud o el ambiente, basada en un procedimiento de notificación. Aunque no se requiere la notificación de todos los productos químicos (se estudia esta posibilidad), la sospecha de un riesgo es suficiente para desencadenar una medida de intervención reglamentaria. Los importadores, fabricantes y comerciantes de productos, en particular los de consumo, son responsabilizados de sus productos y de estar al día en el avance del conocimiento sobre ellos.

En los Estados Unidos de América, los consumidores pueden acudir ante la Comisión de Seguridad de los Productos para el Consumidor (CSCP), si sospechan que un producto es peligroso. La CSCP tiene autoridad sobre todo tipo de productos, que no sean alimentos, medicamentos o cosméticos, tanto para establecer normas, aceptar normas voluntarias, asegurar productos, probarlos, inspeccionarlos o prohibirlos. Por lo general, actúa en reacción

a daños, más que en la determinación de peligros.

Existe una variedad de leyes, reglamentaciones y códigos relativos al transporte de productos químicos peligrosos, en el interior de los países y entre los productos de la OCDE. La mayoría son compatibles con las recomendaciones y convenciones internacionales establecidas en el seno de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental y el Comité de Expertos en el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas.

Las más avanzadas incluyen:

- la clasificación de productos químicos,
- la especificación de los registros de envase,
- disposiciones sobre el marcado y etiquetado, que incluyen identidad, destino y peligros,
- requisitos de almacenamiento, con especificaciones sobre límites de cantidades y límites en cargas mixtas,
- restricciones en situaciones particulares tipo y ruta de transporte,
- procedimientos de emergencia, estacionamiento de vehículos, y notificación de accidentes e incidentes,
- la certificación o declaración de que se han cumplido las disposiciones.

La mayoría de las reglamentaciones en la materia no incluyen disposiciones relativas a peligros ambientales, aspecto que está recibiendo particular atención.

El almacenamiento de productos químicos constituye otro aspecto sobre el cual se ha identificado la necesidad de establecer una reglamentación, en vista del gran número de accidentes ocurridos por el mal manejo de sustancias tóxicas o peligrosas, sobre todo por defectos en su envasado.

En lo que se refiere a la eliminación de residuos químicos, las autoridades buscan cada vez más la seguridad de que los fabricantes de productos químicos identifiquen antes de comercializarlos las formas ambientales idóneas para su eliminación final.

A medida que los países establecen registros de los productos químicos en el comercio, intentan obtener información sobre sus propiedades, su ciclo de generación, transporte, y eliminación, así como acerca de sus peligros y como minimizarlos en cada etapa del ciclo de vida.

En los países de la OCDE una nueva legislación está en vías de surgir, para la gestión de los residuos peligrosos a través de instrumentos y normas más amplios dirigidos a la protección

efectiva del ambiente.

Existen diversas leyes porque los problemas asociados con los productos químicos ocurren en situaciones diferentes y se ven influidos por el tipo de medio, el blanco de sus efectos, el peligro resultante y las formas de exposición. Lo cual requiere de distintas alternativas de control a cargo de diversos sectores.

Así, un mismo producto químico puede estar regulado por diferentes agencias gubernamentales o departamentos a nivel federal, estatal o local. Tal es el caso del cloruro de vinilo, que en los Estados Unidos de América es regulado por cinco agencias federales que operan bajo 15 diferentes estatutos ambientales y de salud.

Lo anterior, ha dado lugar a un clima de incertidumbre y compromete el logro de los objetivos de las reglamentaciones. Por tal razón, en diversos países se han establecido mecanismos para coordinar las actividades regulatorias de varias instancias administrativas responsables del control de productos químicos.

En Suecia, por ejemplo, el Acta y Ordenamiento sobre Productos Peligrosos para la Salud y el Ambiente, reemplazó varios ordenamientos sobre venenos, plaguicidas y productos químicos industriales específicos, por una "regla general de prudencia" para el manejo seguro de productos químicos. Creándose un Buró para el Control de Productos Químicos encargado de instrumentar el Acta. Dicho Buró está constituido por 10 funcionarios, directivos del Buró Nacional de Protección del Ambiente, el Buró Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional, así como de los Burós de Salud y Bienestar y de Asuntos sobre Alimentos y Consumo, tres representantes de trabajadores y un representante de empresarios.

En el Reino Unido, el Acta sobre Salud y Seguridad en el Trabajo, incluye disposiciones no tan solo para la protección del trabajador sino para proteger la salud de la población general.

En Australia se ha establecido un Comité Consultor Nacional sobre Productos Químicos, para coordinar actividades federales y estatales y plantear conjuntamente las estrategias al respecto.

Aunado a lo anterior, se ha identificado la necesidad de controlar los productos químicos industriales, al descubrirse vacíos normativos importantes. El desarrollo de nuevas estrategias de control al respecto, plantea la necesidad de recurrir a enfoques integradores para la evaluación y control de los peligros de estos productos.

Son los países industrializados generadores del mayor número de productos químicos en el mundo, los que han adoptado legislaciones al respecto, entre ellos: la Comunidad Europea (siguiendo la Directriz 79/831 que ordena la notificación de productos químicos nuevos previo a su comercialización), Canadá, Estados Unidos, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Suiza y Suecia. En tanto que otros países de la OCDE, estudian hacer lo mismo, aunque la mayoría ya requiere una notificación de información sobre nuevos productos químicos.

Las legislaciones a que se hace referencia, establecen las condiciones y requisitos para la evaluación de los productos químicos nuevos antes de su fabricación o de su ingreso en el mercado.

Conceden, además, atribuciones a los gobiernos para responder en caso de que se manifiesten peligros potenciales o reales de los productos químicos, lo cual se resume en dos disposiciones:

- los productos químicos requieren ser evaluados antes de su comercialización o empleo,
- los gobiernos tienen el derecho de obtener la información necesaria de la industria para evaluar tales productos.

Estas leyes han sido desarrolladas y operan bajo diferentes tradiciones y marcos políticos, lo cual influye en su enfoque, instrumentación y gestión.

Comparten, sin embargo, las siguientes características:

1. Requieren que los productos químicos nuevos, y en algunos casos los existentes, sean experimentados para evaluar sus efectos adversos potenciales, antes y durante su comercialización.
2. Permiten a las autoridades obtener información de la industria para evaluar sus peligros o verificar que las evaluaciones se realizaron correctamente.
3. Aseguran que los gobiernos tienen autoridad legal para intervenir si es necesario para proteger la salud humana o el ambiente de daños potenciales o reales.
4. Aseguran que tanto la salud como el ambiente sean tomados en cuenta debidamente en las evaluaciones.

El compromiso adquirido por los gobiernos al adoptar este tipo de legislaciones, representa un cambio significativo en las políticas de gestión de productos químicos, ya que:

- a) este tipo de legislaciones amplía el enfoque de la supervisión en la gestión de productos químicos,
- b) el centro de la atención se fija en la prevención más que en la corrección o cura,
- c) la razón de la intervención es la posibilidad o probabilidad de un daño (de acuerdo con la percepción de cada país).

Los objetivos de estas legislaciones representan nuevos desafíos para la industria y los tomadores de decisiones en los gobiernos. Lo cual implica el desarrollo de nuevos instrumentos para hacer el mejor uso de la información generada bajo el mandato de estas legislaciones.

Evidentemente, no todos los productos químicos requieren el mismo tipo de escrutinio que los que han sido generados para que ocasionen efectos en los seres vivos, como los medicamentos y los plaguicidas.

De lo anterior se desprende que uno de los problemas mayores es determinar hasta que grado deben ser experimentados y evaluados los productos químicos. Además, queda claro que no todos los productos químicos pueden ser sometidos a evaluación, por lo que se requieren establecer prioridades.

Las leyes sobre productos químicos industriales:

1. Cuando, es el caso, solo requieren la notificación de información al gobierno sin que este tenga que dar su aprobación. La diferencia es notable respecto a lo que ocurre con los plaguicidas para los que se exige un registro, sujeto a la demostración que el producto es seguro bajo ciertas condiciones de uso.

El esquema de notificación proporciona un instrumento para asegurar al gobierno que la industria está actuando responsablemente y no resulta en retrasos en la comercialización de los productos.

2. Se aplican principalmente a los productos químicos mismos y no a los artículos que los contienen, aunque en algunos países existen disposiciones al respecto (Estados Unidos, Noruega y Suecia).
3. En su mayoría están dirigidas a productos químicos nuevos, salvo en el caso de Alemania, Estados Unidos y Japón, en donde existen disposiciones para el estudio y evaluación de productos químicos existentes, cuando sea necesario. En otros países productos químicos específicos existentes, pueden ser

usualmente considerados en el marco reglamentario total y su control es un proceso activo.

Como complemento a la reglamentación de productos químicos, puede establecerse un programa para su vigilancia en suelos, agua, aire, ambiente marino y ecosistemas seleccionados, para determinar su persistencia. Tal es lo que se lleva a cabo a Japón, donde productos químicos existentes son sometidos anualmente a pruebas de degradación y los que son persistentes se incluyen en una lista para su vigilancia en los distintos medios y en la biota. Ese enfoque es el que se siguió para sustentar las acciones reglamentarias respecto a los bifenilos policlorados y el mercurio.



### 3. ESTADO DEL ARTE DEL MANEJO DE LOS RARSA EN MEXICO

La ciudad de México, al igual que los grandes núcleos de población, se encuentra ante el reto de controlar adecuadamente el manejo de los RARSA que se generan por las diferentes actividades propias de la ciudad.

México se enfrenta a graves problemas relacionados con la generación, manejo y disposición final de los RARSA. El control de estos residuos le corresponde llevar a cabo a los gobiernos locales, cada estado que integra al país posee sus propios lineamientos relacionados a la disposición final de residuos sólidos de alto riesgo.

Actualmente, en la Ciudad de México ha sido desarrollado un programa de actividades relacionadas con el manejo de los RARSA. Un ejemplo claro de estos es el manejo que reciben los residuos de medicamentos generados por algunos laboratorios farmacéuticos o provenientes de los servicios médicos. Estos residuos son sometidos a una minuciosa revisión de las propiedades físicas y químicas que posee cada medicamento, con el fin de conocer características y determinar la técnica de disposición final más apropiada para no impactar el medio ambiente. En la ciudad de México se practica básicamente la coodisposición de residuos de alto riesgo, debido a que algunos RARSA según la normatividad mexicana son residuos que deberían ser confinados como residuos peligrosos, sin embargo por ser difícil contar con un sitio dedicado al confinamiento de residuos peligrosos en las cercanías de la Ciudad de México, se deben de desarrollar técnicas que se adoptan a las necesidades.

Algunos medicamentos dentro de las actividades desarrolladas requieren de un tratamiento para poder ser depositados dentro de un relleno sanitario. Sin embargo, los costos que implica el manejo de los RARSA corren por parte de los generadores, siendo este el motivo por el cual algunos de los generadores de RARSA envían sus residuos directamente a tiraderos clandestinos de estados colindantes al territorio que ocupa la ciudad de México, lo cual acarrea diversos problemas de afectación al medio ambiente y a la salud.

La problemática antes descrita se presenta continuamente, los generadores no han tomado la conciencia suficiente como para afrontar la responsabilidad que implica el generar residuos de alto riesgo.

Aun falta mucho por hacer, se requiere de establecer un programa de control de los RARSA que se difunda a todo el país y se haga cumplir, exigiendo a los generadores cumplir con su parte correspondiente dentro de las actividades que implica el control

de estos residuos.

Observando las prácticas inadecuadas por parte de los generadores en el manejo y disposición de productos no aptos para el consumo, la de Secretaría de Salud (SS), dependencia a cargo del control de estos, se vió en la necesidad de entablar contacto con el Departamento del Distrito Federal (DDF), autoridad encargada del manejo de los residuos generados en la Ciudad de México, entre otros muchas otras actividades, que le corresponden.

La Secretaría de Salud inició junto con el DDF la elaboración de un Manual de procedimientos para llevar a cabo el adecuado y correcto manejo de dichos residuos no aptos para consumo humano. Esto muestra el inicio de acciones concretas, las cuales iniciaron con la necesidad de recibir orientación sobre el manejo de residuos y finalizaron en la regulación de las actividades relacionadas con una porción de RARSA. Hasta el momento se continua desarrollando procedimientos para almacenamiento, acondicionamiento, tratamiento, transporte, así como métodos de disposición final.

#### 4. INICIATIVAS PARA EL MEJOR CONTROL DE LOS RARSA EN EL DISTRITO FEDERAL

De acuerdo con el tipo de residuos, las características que presente y el riesgo que implique, los RARSA deben presentar un adecuado manejo, estableciendo procedimientos para el acondicionamiento, transporte, tratamiento y confinamiento de dichos residuos.

##### 4.1 Propuesta de clasificación de los RARSA

Esta clasificación podría incluir los siguientes residuos.

##### I. FARMACOS NO APTOS PARA EL CONSUMO HUMANO

- . PRODUCTOS TERMINADOS
- . MATERIAS PRIMAS
- . MEDICAMENTOS MEZCLADOS

##### II. ALIMENTOS NO APTOS PARA EL CONSUMO HUMANO

- . DE ORIGEN ANIMAL
- . DE ORIGEN VEGETAL
- . ENVASADOS
- . MATERIAS PRIMAS A GRANEL
- . BEBIDAS ALCOHÓLICAS

##### III. COSMÉTICOS Y SIMILARES NO APTOS PARA EL USO HUMANO

- . PRODUCTOS DE PERFUMERÍA
- . PRODUCTOS PARA EL CABELLO
- . PRODUCTOS FACIALES Y PARA EL CUERPO
- . PRODUCTOS PARA MANOS Y UÑAS (\*)
- . PRODUCTOS PARA EL ASEO PERSONAL
- . OTROS PRODUCTOS

##### IV. RESIDUOS DE LABORATORIO EN GENERAL

- . AGAR Y MEDIOS DE CULTIVO
- . MUNICIPALES
- . PUNZOCORTANTES
- . RADIATIVOS (\*\*)
- . INFECCIOSOS (\*)
- . QUÍMICOS (\*)

##### V. LODOS EN GENERAL

- . RESIDUOS DE PROCESOS ELECTROLÍTICOS
- . LODOS HIDRATADOS DIGERIDOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO ANAEROBIAS

- . LODOS DESHIDRATADOS DIGERIDOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO ANAEROBIAS
- . LODOS DESHIDRATADOS NO DIGERIDOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO ANAEROBIAS (\*)
- . LODOS HIDRATADOS NO DIGERIDOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO ANAEROBIAS (\*)
- . LODOS DE PERFORACION (\*)
- . LODOS DE DESAZOLVE (\*)

**VI. RESIDUOS ESPECIALES GENERADOS EN CASAS-HABITACION**

- . RESIDUOS QUIMICOS (\*)
- . LUBRICANTES (\*)
- . INSECTICIDAS (\*)
- . BATERIAS PORTATILES (\*)
- . RESIDUOS DE PINTURAS (\*)
- . SELLADORES (\*)
- . SOLVENTES (\*)
- . ANTICONGELANTES (\*)
- . ACIDOS Y SALES (\*)
- . ASBESTOS (\*)
- . BATERIAS DE AUTOMOVILES (\*)

**VII. RESIDUOS BIOMEDICOS GENERADOS EN CLINICAS, HOSPITALES Y BIOTERIOS**

- . PATOLOGICOS (\*)
- . PUNZOCORTANTES (\*)
- . MUNICIPALES (\*)
- . INFECCIOSOS (\*)
- . QUIMICOS (\*)
- . FARMACOS (\*)

**VIII. RESIDUOS DIVERSOS**

- . TABACO Y SUS DERIVADOS
- . ETIQUETAS HOLOGRAFICAS
- . ESTOPA Y FIBRAS IMPREGNADAS DE ACEITE (\*)
- . CERAS Y PARAFINAS
- . RESIDUOS DIVERSOS DE ORIGEN INDUSTRIAL
- . PRODUCTOS PARA EL ASEO (\*)

\* CONSIDERADOS COMO RESIDUOS PELIGROSOS, DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD OFICIAL VIGENTE DE LA SEDESOL.

\*\* EL CONTROL Y DISPOSICION DE ESTOS RESIDUOS ESTA A CARGO DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES (ININ).

Actualmente se ha desarrollado más ampliamente en el medio mexicano, el manejo de los residuos de alimentos no aptos para el consumo humano, sin embargo se tiene avances en el manejo de los demás residuos antes mencionados

#### 4.2 Programa de Reducción y Minimización

Unas de las nuevas estrategias de la prevención de la contaminación son la reducción en fuente y la minimización de residuos.

El objetivo principal de la reducción o minimización de residuos es llevar a cabo cualquier actividad que reduzca la cantidad de residuos generados dando prioridad al reciclaje y tratamiento de los mismos. Otro de sus objetivos es el reducir los peligros hacia la salud pública y al ambiente.

Dentro de las actividades que se deben llevar a cabo para reducir o minimizar la generación de residuos se puede incluir las siguientes:

- Modificar el equipo o tecnología empleada para la producción.
- Reformulación o diseño de nuevos productos.
- Cambios de proceso.
- Sustitución de materias primas.
- Entrenamiento y mantenimiento.
- Evitar el consumismo.
- Llevar a cabo un adecuado control de inventarios.

Aplicando cada uno de los puntos anteriores a cada una de las fuentes generadoras, esto se traducirá en un decremento de la cantidad de residuos generados por cada fuente.

En el aspecto de residuos generados en casas-habitación sólo se debe tomar con mayor consideración, el evitar el consumismo, tratando de cambiar los hábitos de consumo, es decir evitar comprar demasiados productos que generen residuos peligrosos. Un ejemplo característico a este respecto es el de comprar una vez al mes un galón de líquido limpiador en lugar de compra durante dicho mes 4 botellas de medio litro, generando únicamente un envase de residuos de alto riesgo, en lugar de cuatro de ellos. El mismo término aplica a las baterías portátiles, en lugar de adquirir varios paquetes de baterías durante un periodo de tiempo, estos podrían reemplazarse por baterías recargables y de esta manera se evita el desechar enormes cantidades de pilas que contaminan con metales pesados.

Al igual que en las casas-habitación se puede llegar a establecer un programa adecuado para llevar a cabo la reducción y minimización de residuos; en los pequeños negocios se pueden

incluir algunos puntos tales como el control de inventarios, un punto de importancia para los comercios, los cuales deben controlar adecuadamente la cantidad de productos surtidos y de productos vendidos, tomando en consideración las fechas de caducidad de los productos, controlando mejor la salida de productos cuya caducidad está más cercana, evitando que estos tengan que ser desechados.

Dentro de pequeños talleres o microempresas, se debe llevar a cabo un adecuado programa de mantenimiento de sus equipos, evitando fugas que pueden ocasionar contaminación de los materiales empleados, se debe tratar de corregir los procedimientos o procesos empleados para evitar desechos productos que pueden afectar a la salud y al ambiente, por ser de mala calidad o por encontrarse contaminados. A este respecto se puede incluir en este caso el reciclaje o tratamiento de residuos para evitar incrementar la generación de los mismos.

Sin embargo dentro de los requisitos indispensables para minimizar la generación de residuos se encuentra el punto referente a la educación de la población para crear conciencia en la población sobre la importancia que tiene el evitar generar grandes cantidades de residuos peligrosos que pueden ocasionar un riesgo potencial a la salud y al ambiente.

Dentro de las técnicas de minimización establecidas para las fuentes industriales especificadas en el Diagrama No. 4.2.1, se pueden tomar buenas ideas para desarrollar un adecuado plan de minimización de residuos tanto en pequeñas empresas como en casas-habitación, siendo esta última fuente un poco especial, sin embargo en ella si se pueden dar actividades tales como el reciclaje, reuso y control en fuentes.

En la Tabla No. 4.2.1 se muestran casos de estudio para diversos giros industriales y pequeñas empresas tales como fabricas de muebles, negocios de impresos textiles, industria textil y pequeñas industrias tales como enlatadoras, los cuales mediante el cambio de su proceso o modificación del mismo sufren un ahorro en el costo de producción debido al incremento de la ciencia.

La minimización y reducción en fuente puede ser un inicio de una nueva alternativa en el manejo de los residuos de alto riesgo, iniciándose con el reciclaje o reuso de materiales desechados y simultáneamente llevados a cabo modificaciones en el proceso, lo anterior disminuye un poco la cantidad de residuos, sin embargo los residuos que no sean disminuidos por los pasos anteriores deben ser sometidos a procesos que disminuyan su peligrosidad, tales como incineración, tratamiento térmico, tratamiento físico-químico o biológico, para que posteriormente sea dispuesto en relleno sanitario o si se cuenta con alguna otra alternativa de

disposición final, está sea realizada. Todos los puntos anteriores se esquematizan en el Diagrama No. 4.2.2.

## TECNICAS DE MINIMIZACION DE RESIDUOS

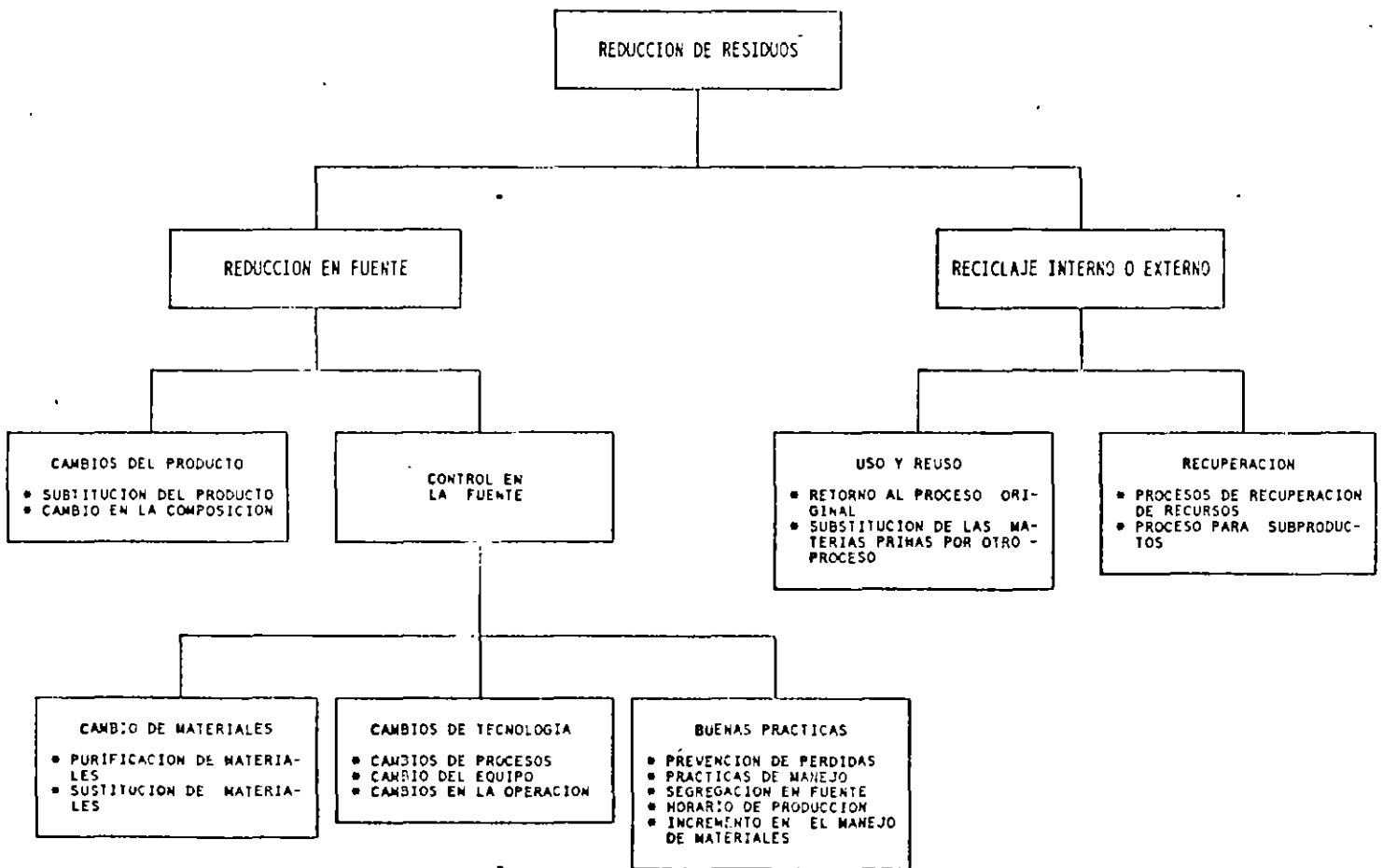


DIAGRAMA No 4.2.1

PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN  
(CASOS DE ESTUDIO)

INDUSTRIA	CAMBIO DE PROCESOS	% DE AHORRO POR INCREMENTO DE LA EFICIENCIA
INDUSTRIA QUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* RECUPERACION DE ENERGIA</li> <li>* RECUPERACION DE PERDIDA DE VAPOR</li> </ul>	<p style="text-align: center;">50 % 100 %</p>
ENLATADORA DE ALIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>* RECAPTURA DE VAPOR</li> </ul>	100 %
CERVECERA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* RESIDUOS COMO FERTILIZANTES</li> </ul>	0 %
TEXTIL	<ul style="list-style-type: none"> <li>* REDUCCION DE AFLUENTES</li> </ul>	100 %
MUEBLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>* REUSO DE RESIDUOS PELIGROSOS</li> </ul>	0 %
IMPRESOS TEXTILES	<ul style="list-style-type: none"> <li>* RECUPERACION DE SOLVENTES</li> </ul>	100 %
ACABADOS DE METALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>* REDUCCION DE LA PERDIDA DE PINTURA EN AEROSOL</li> </ul>	33 %
APARATOS ELECTRICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>* RECICLAJE DE SOLVENTES</li> <li>o SUSTITUCION</li> </ul>	85 %

TABLA No. 4.2.1



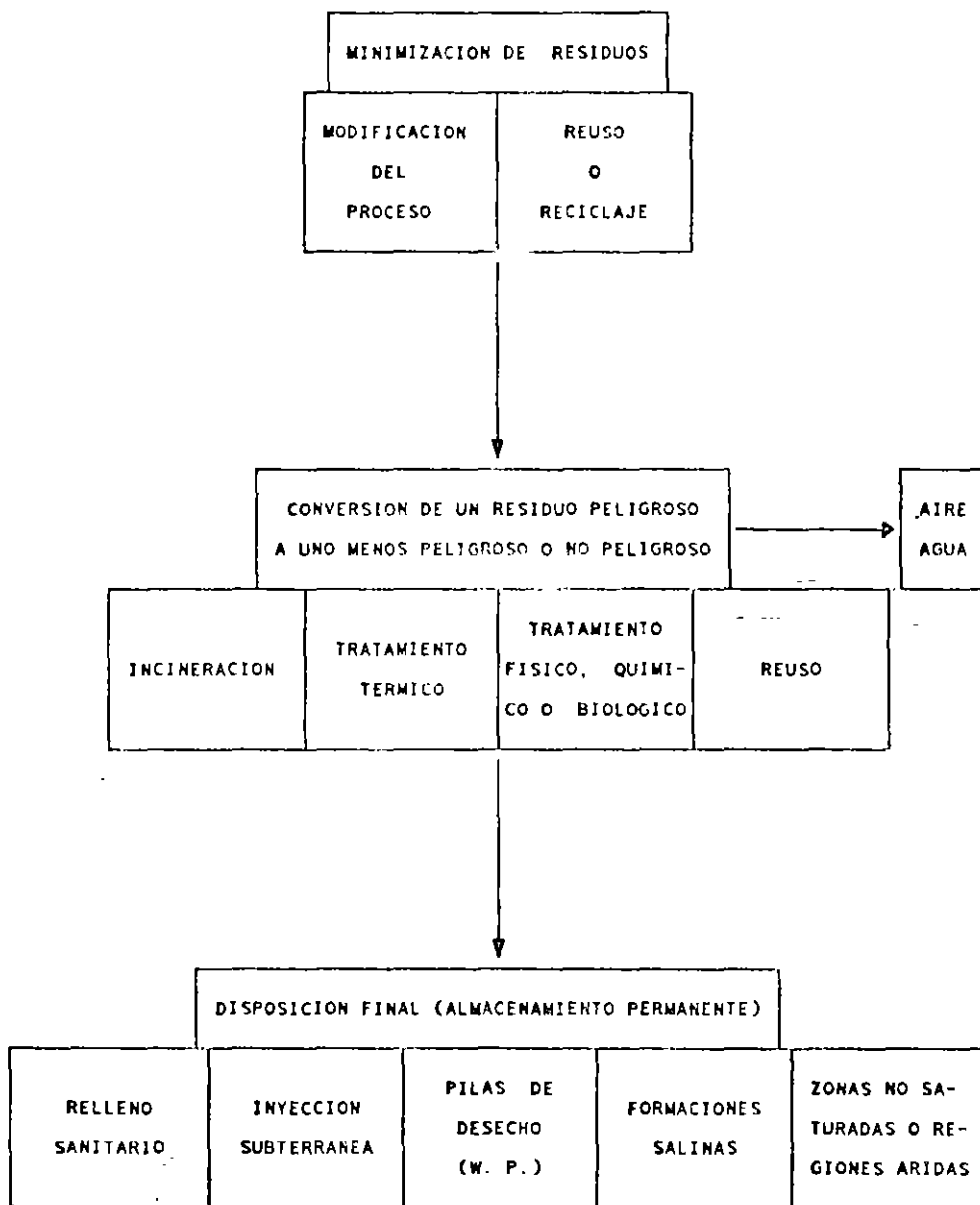


DIAGRAMA No. 4.2.2

### 4.3 Acondicionamiento

Este término se refiere a que algunos residuos deben ser envasados o empacados de la mejor manera posible para ser depositar en los sitios de disposición final.

En los casos de residuos en estado sólido o seco en polvo estos son sometidos a un embolsado o bien son empacados en tambos de cartón y son depositados de esa manera.

En el caso de residuos con cierto contenido de humedad, es decir en el caso de pastas o lodos estos son envasados en tambos de plástico para facilitar su manejo.

El manejo de los líquidos es un poco más complejo, estos no pueden ser depositados como si fueran un residuos común, se debe de eliminar el exceso de líquidos mediante procesos sencillos como filtración, decantación o mediante la adición de materiales absorbentes.

En México se tiene mayor grado de experiencia en el acondicionamiento de los residuos alimenticios, de los cuales los que son productos envasados, no requieren de esta operación, sin embargo aquellos que se encuentran a granel si la requieren.

A continuación se muestra un ejemplo de procedimiento de acondicionamiento de residuos alimenticios, que se refiere al caso particular de residuos cárnicos:

- PA-01, PASO A: SI EL RESIDUOS SE ENCUENTRA EN ESTADO SOLIDO NO GRANULAR, DEBERA DE CORTARSE EN TROZOS DE NO MAS DE 0.5 KG DE PESO, PARA FAVORECER LA LIBERACION DE HUMEDAD OCLUIDA EN EL MATERIAL.
- PASO B: DRENAR LOS FLUIDOS PRODUCTO DE LA LIBERACION DE LA HUMEDAD OCLUIDA.
- PASO C: ADICIONAR CAL APAGADA EN PROPORCION DE 1KG. POR CADA 5 KG. DE RESIDUO, PARA ABSORBER LA HUMEDAD REMANENTE Y MITIGAR LA PRODUCCION DE OLORES POR LA PUTREFACCION DEL RESIDUO, ENTRE OTROS.
- PASO D: DEPOSITAR LOS RESIDUOS IMPREGNADOS CON CAL, DENTRO DE BOLSAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD, NEGRAS, CALIBRE DE 300 A 400 MICRONES, LAS CUALES DEBERAN SER LLENADAS HASTA OCUPAR EL 80% DE SU VOLUMEN TOTAL. LOS RESIDUOS DENTRO DE LAS BOLSAS NO DEBEN SER COMPACTADOS, PARA QUE NO SEAN DETERIORADOS.

UNA VEZ CERRADAS LAS BOLSAS, SE COLOCARAN DENTRO DE COSTALES DE FIBRA DURA VEGETAL.

**NOTA:** EL TIPO DE BOLSAS QUE SE UTILICE, DEBERA SER DE UN MATERIAL QUE EN SU COMPOSICION NO INVOLUCRE COMPUESTOS CLOROSULFONADOS O CLORADOS.

Todos y cada uno de los procedimientos de acondicionamiento que han sido desarrollados, han surgido de las experiencias en este campo, tratando de mejorar las condiciones del residuo para no ejercer un impacto sumamente agresivo en el sitio de disposición final.

#### 4.4 Transporte

Por el hecho de ser residuos que implican cierto riesgo para la salud de la población, los RARSA son transportados en vehículos que se adoptan al tipo de residuos a transportar.

En la ciudad de México se tienen rutas establecidas por las cuales los vehículos pueden circular sin causar riesgo a la población.

A continuación se muestra el procedimiento para transporte de residuos alimenticios en el Distrito Federal.

Procedimiento para transporte PT-01:

- PT-01, PASO A: SE EMPLEARA COMO VEHICULO PARA TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS UN CAMION TIPO VOLTEO.
- PASO B: SE DEBERAN DE SUBIR AL CAMION LOS RESIDUOS, PREVIAMENTE ACONDICIONADOS, ACOMODANDOLOS DE TAL MANERA QUE NO SE COMPACTEN UNOS CON OTROS, Y EVITANDO QUE SE ROMPA EL MATERIAL EN EL CUAL FUERON ACONDICIONADOS.
- PASO C: EL VEHICULO SE DEBERA CUBRIR CON UNA LONA, PARA EVITAR QUE EL RESIDUO ESTE EXPUESTO A LAS VARIACIONES CLIMATICAS BRUSCAS.
- PASO D: LA RUTA PARA EL TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS, DEBERA SER POR LAS RUTAS PREVIAMENTE DEFINIDAS, DE ACUERDO CON LAS RESTRICCIONES INDICADAS POR LA COORDINACION GENERAL DE AUTOTRANSPORTE URBANO.
- PASO E: AL LLEGAR AL SITIO DE DISPOSICION FINAL, SE DEBERAN DE DESCARGAR LOS RESIDUOS EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE.

#### 4.5 Reciclaje

Esta es una operación simultanea a la del acondicionamiento. Al acondicionar algunos residuos, pueden ser eliminados algunos materiales factibles de reciclarse, tales como, cartón, papel, vidrio, plástico y aluminio entre otros (Ver. Tabla No. 4.5.1) Dichos materiales son enviados a centros de acopio o empresas recicladoras, las cuales se hacen cargo de estos materiales. El reciclaje tiene la ventaja de disminuir hasta un 70% el peso de los residuos a depositar esto es de gran ayuda, ya que se evita el depositar materiales a los cuales de les puede continuar donde un uso específico.

TABLA No. 4.5.1

EJEMPLO DE LA DISMINUCION DE PESO AL LLEVAR A CABO UN PROGRAMA DE RECICLAJE

PESO DEL RESIDUO (Kg)	PESO DE PRODUCTO SIN ENVASE (Kg)	REDUCCION DE PESO POR RECICLAJE
7,496.25	329.90	95.6
90.00	20.00	66.66
238.20	55.60	76.65
33.62	13.80	58.92

#### 4.6 Tratamiento

Son mínimos los RARSA que requieren de un tratamiento muy específico actualmente los tratamientos a los que se pueden someter son:

- Físicos: Reducción de tamaño
- Filtración
- Decantación
- Destilación
- Extracciones
- Secado
- Tratamiento térmico
- Químicos: Neutralización
- Hidrólisis
- Incineración
- Degradación química

Estos tratamientos, se tratan de adoptar a las necesidades y características que presenten los residuos.

Hoy en día, se posee más experiencia en tratamientos de hidrólisis y neutralización de ciertos tipos de residuos, tales como los antibióticos. Estos antibióticos deben ser hidrolizados para romper su estructura química, posteriormente se neutraliza la mezcla y se eliminan líquidos.

Así como se han desarrollado procedimientos para el tratamiento de residuos de medicamentos, también se han desarrollado tratamientos para los residuos alimenticios, tales como las grasas y aceites comestibles, los cuales son sometidos a incineración.

A continuación se indican los procedimientos para el tratamiento de residuos alimenticios y farmacéuticos.

Procedimiento para Tratamiento de Residuos Alimenticios (PTR-01):

- PTR-01, PASO A:** EL RESIDUO LIBRE DE SU ENVASE DEBERA MEZCLARSE CON ASERRIN, VIRUTA O MATERIALES SEMINALES LIBRES DE RESIDUOS DE PINTURA, BARNICES O SUSTANCIAS QUE CONTENGAN ELEMENTOS TOXICOS TALES COMO SOLVENTES O METALES PESADOS.
- PASO B:** UNA VEZ MEZCLADO EL RESIDUO, SE ALMACENARA EN COSTALES DE FIBRA NATURAL (YUTE).
- PASO C:** LA FINALIDAD DE LOS PASOS ANTERIORES ES GENERAR UN RESIDUO ALTAMENTE COMBUSTIBLE PARA UTILIZARSE EN PLANTAS DE INCIENRACION.

Por lo que respecta al tratamiento de antibióticos estos sufren el siguiente tratamiento de inactivación consistente en Hidrólisis alcalina.

PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE ANTIBIOTICOS DEL TIPO  $\beta$ -LACTAMICOS:

- PASO A:** EXTRAER DE SU ENVOLTURA Y/O ENVASE PRIMARIO EL PRODUCTO FARMACUETICO (TABLETAS, CAPSULAS, POLVOS PARA SUSPENSION E INYECTABLES, ETC.)
- CABE SEÑALAR QUE DEBEN EXISTIR CONTENEDORES SUFICIENTES PARA SEPARAR EN FORMA INDIVIDUAL EL CARTON, PLASTICO, VIDRIO, ETC., ADEMAS DEL PRODUCTO FARMACENUTICO (PRINCIPIO ACTIVO).
- PASO B:** MOLER LAS TABLETAS Y CAPSULAS. PARA FACILITAR LA DESINTEGTACION DE ESTAS, SE PUEDE EMPLEAR UN POCO DE LA SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO EMPLEADA EN EL PASO C.

EN EL CASO ESPECIFICO DE LOS PRODUCTOS INYECTABLES, ESTOS PUEDEN SER TRITURADOS CON ENVASES PARA FACILITAR LA OPERACION.

- PASO C:** JUNTAR EL PRINCIPIO ACTIVO Y AGREGAR UNA SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO UNA CONCENTRACION DE 1.0 N, HASTA FORMA UNA MEZCLA PASTOSA.
- PASO D:** AGITAR CONTINUAMENTE LA MEZCLA DURANTE 30 MINUTOS.
- PASO E:** DEJAR REPOSAR LA MEZCLA POR UN PERIODO DE 10 MINUTOS
- PASO F:** UNA VEZ TRANSCURRIDO EL TIEMPO DE REPOSO, NEUTRALIZAR EL EXCEDENTE DE HIDROXIDO DE SODIO; CON UNA SOLUCION DE ACIDO CLORHIDRICO A CONCENTRACION DE 1.2 N, OBTENER UN pH NEUTRO (pH = 7.0)
- PASO G:** AL CONCLUIR LA NEUTRALIZACION, SE DEBERA ELIMINAR LA MAYOR CANTIDAD DE LIQUIDO, LO ANTERIOR PUEDE SER EFECTUANDO UN SECADO, ADICIONANDO UN MATERIAL ABSORBENTE TAL COMO ASERRIN, ARCILLA, ETC., O RELIZANDO LA FILTRACION, EN EL CASO DE CONTAR CON UN FILTRO PRENSA O SIMILAR.
- PASO H:** COMPROBAR LA INACTIVACION EMPLEANDA UN METODO ANALITICO O MICROBIOLOGICO.

#### 4.2 Disposición final

Los RARSA requieren de un manejo adecuado y seguro, por tanto su disposición final es sumamente importante. Existen diversos tipos de residuos tales como los alimentos no aptos para el consumo humano, que requieren ser confinados en sitios seguros donde no sean accesibles a persona alguna, evitando que se inicie un problema de intoxicación alimentaria.

En el mismo caso se encuentran los fármacos no aptos para consumo humano, sin embargo la disposición final para ambos casos es diferente. Para fármacos se practica la coodisposición o confinamiento y para los alimentos no aptos para consumo humano se emplea la mezcla de los residuos en el frente de trabajo con residuos municipales.

A continuación se presenta un procedimiento para la disposición final de residuos alimenticios.

- PC-01, PASO A: UNA VEZ ASIGNADA LA CELDA EN LA CUAL SE DEPOSITARAN LOS RESIDUOS, SE PROCEDERA A DESCARGAR EN EL MENOR TIEMPO LOS MISMOS.
- PASO B: LOS RESIDUOS SE DEPOSITARAN EN EL FRENTE DE TRABAJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.
- PASO C: DEBERAN DE COMPACTARSE LOS RESIDUOS CON LA MAQUINARIA, LA CUAL DEBE PASAR POR LOS MISMOS UN PAR DE VECES.
- PASO D: LOS RESIDUOS COMPACTADOS SE CUBREN CON UNA CAPA DE TEPETATE DE 15 CM. DE ESPESOR.

En el caso de otros tipos de residuos, en los cuales se emplea la coodisposición, se emplea el siguiente método de disposición final.

- PASO A: CAVAR ZANJAS EN LA ZONA DE RELLENOS SANITARIOS EN LAS QUE ESTEN DEPOSITADOS LOS RESIDUOS SOLIDOS MAS ANTIGUOS, ES DECIR, AQUELLOS QUE SE ENCUENTREN YA ESTABILIZADOS.
- PASO B: DEPOSITAR LAS BOLSAS CONTENIENDO LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LAS ZANJAS PREVIAMENTE CAVADAS, SOBRE LOS RESIDUOS SOLIDOS YA ESTABILIZADOS. NO COMPACTAR.
- PASO C: CUBRIR LAS BOLSAS CONTENIENDO LOS RESIDUOS CON EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION REALIZADA, CONFORMANDO SOBRE ESTOS UNA CAPA DE APROXIMADAMENTE 50 CM DE ESPESOR. AHORA SI COMPACTAR.
- PASO D: FINALMENTE CUBRIR LAS ZANJAS, CON UNA CAPA DE ARCILLA DE APROXIMADAMENTE 15 CM DE ESPESOR.
- PASO E: UBICAR EN UN PLANO LA ZONA EXACTA DE DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS, INDICANDO SU CANTIDAD Y TIPO, ASI COMO LA EMPRESA O INSTITUCIÓN DEPOSITANTE.
- PASO F: LEVANTAR EL ACTA CORRESPONDIENTE.

## 5. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA EL DESARROLLO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL REFERENTE A LOS RARSA

De entre los criterios que se tienen que considerar para desarrollar una normatividad ambiental se tienen los siguientes:

- Hacer responsables a los fabricantes y comerciantes que son generadores de RARSA para que tomen la conciencia de que sus residuos, son responsabilidad permanente.
- Considerar el Grado de Riesgo de Afectación al ambiente y a la población desde el punto de vista microbiológico y toxicológico para establecer el control de los RARSA.
- Establecer el grado de riesgo, estipulando límites máximos permisibles de sustancias o componentes contenidos en los RARSA.
- Posibilidad de propiciar que estos residuos sean tratados convenientemente en la fuente.
- Promover la participación de los diferentes sectores de la sociedad en el control de los residuos.
- Realizar convenios entre autoridades y sector comercial para implementar el cumplimiento del manejo adecuado de los RARSA.



6. EJEMPLO DE ANALISIS DE COSTOS PARA EL CAMPO DE LOS RARSA  
(Descripción de un caso Práctico)

GASTOS QUE SE GENERAN POR LA INACTIVACION DE ANTIBIOTICOS

a) ASPECTOS TECNICOS

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD CON EMPAQUE (ton)	CANTIDAD SIN EMPAQUE (ton)	CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS A RECICLAR (CARTON, VIDRIO, ALUMINIO) (ton)
MEDICAMENTOS EN GENERAL	3.480	1.981	1.499
ANTIBIOTICO	7.672	0.384	7.288
T O T A L	11.152	2.365	8.787

b) PERSONAL TECNICO

TIPO DE PERSONAL	NUMERO DE EMPLEADOS	TIEMPO (hrs)	COSTO (N\$)
QUIMICO SUPERVISOR	1	154	3080.00
CHOFER	1	48	134.60
T O T A L			3214.60

c) PERSONAL OPERATIVO

TIPO DE PERSONAL	NUMERO DE EMPLEADOS	TIEMPO (hrs)	COSTO (N\$)
QUIMICO ANALISTA	1	2	40.00
OBREROS	10	132	2,557.50
CHOFER	1	36	150.00
MACHETEROS	1	36	50.00
T O T A L			2,797.50

d) MATERIALES EMPLEADOS

NOMBRE DEL MATERIAL	CANTIDAD UTILIZADA (PZAS)	TIEMPO UTILIZADO (hrs)	COSTO INDIRECTO (N\$)	COSTO DIRECTO (N\$)
CUÑETES DE PLASTICO CON CAPACIDAD DE 100 LTS.	8	---	---	460.00
CUBETA DE PLASTICO CON CAPACIDAD DE 10 LTS.	1	16	5.00	---
AGITADOR DE MADERA	1	16	3.00	---
GUANTES DE PLASTICO	21	---	---	11.13
GOGLES	13	154	113.10	---
COFIAS	50	---	---	6.00
CUBRE BOCAS	50	---	---	20.00
DESTAPADORES DE REFRESCO	10	154	20.00	---
PAPEL INDICADOR	1	57.47	57.47	5.75
BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 800	50	---	---	30.0
COLLARINES DE SEGURIDAD	100	---	---	5.00
T O T A L			198.57	537.90

e) REACTIVOS EMPLEADOS

NOMBRE DEL REACTIVO	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO (N\$)
HIDROXIDO DE SODIO	5 Kg	40.00
ACIDO CLORHIDRICO	10 Lts	50.00
ASERRIN	20 Kg	10.00
T O T A L		100.00

f) EQUIPOS EMPLEADOS

NOMBRE DEL EQUIPO	TIEMPO UTILIZADA (hrs)	COSTO (N\$)
CROMATOGRAFO DE LIQUIDOS DE ALTA RESOLUCION	1	250.00
CAMION DE CARGA TORTON	36	850.00
T O T A L		1,100.00

g) COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

COSTO/TON (N\$)	CANTIDAD DE ANTIBIOTICOS CON EMPAQUE (ton)	COSTO TOTAL (N\$)	CANTIDAD DE ANTIBIOTICO A DEPOSITAR (ton)	CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS A RECICLAR (CARTON, VIDRIO, ALUMINIO) (ton)
712.75	7.672	5,468.20	0.384	7.288

h) COSTO TOTAL POR CONFINAMIENTO SIN TRATAMIENTO ALGUNO

COSTO/TON (N\$)	CANTIDAD DE ANTIBIOTICO CON EMPAQUE Y SIN TRATAMIENTO (ton)	COSTO POR TRANSPORTE (CAPACIDAD 20 ton CAMION TORTON CAJA CERRADA)	COSTO TOTAL (N\$)	CANTIDAD DE ANTIBIOTICO A DEPOSITAR (ton)	CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS A RECICLAR (CARTON, VIDRIO, ALUMINIO) (ton)
8,750.00	7.672	3,000.00	70,130.00	7.672	0

i) COSTOS GENERADOS POR LA INACTIVACION DE ANTIBIOTICOS

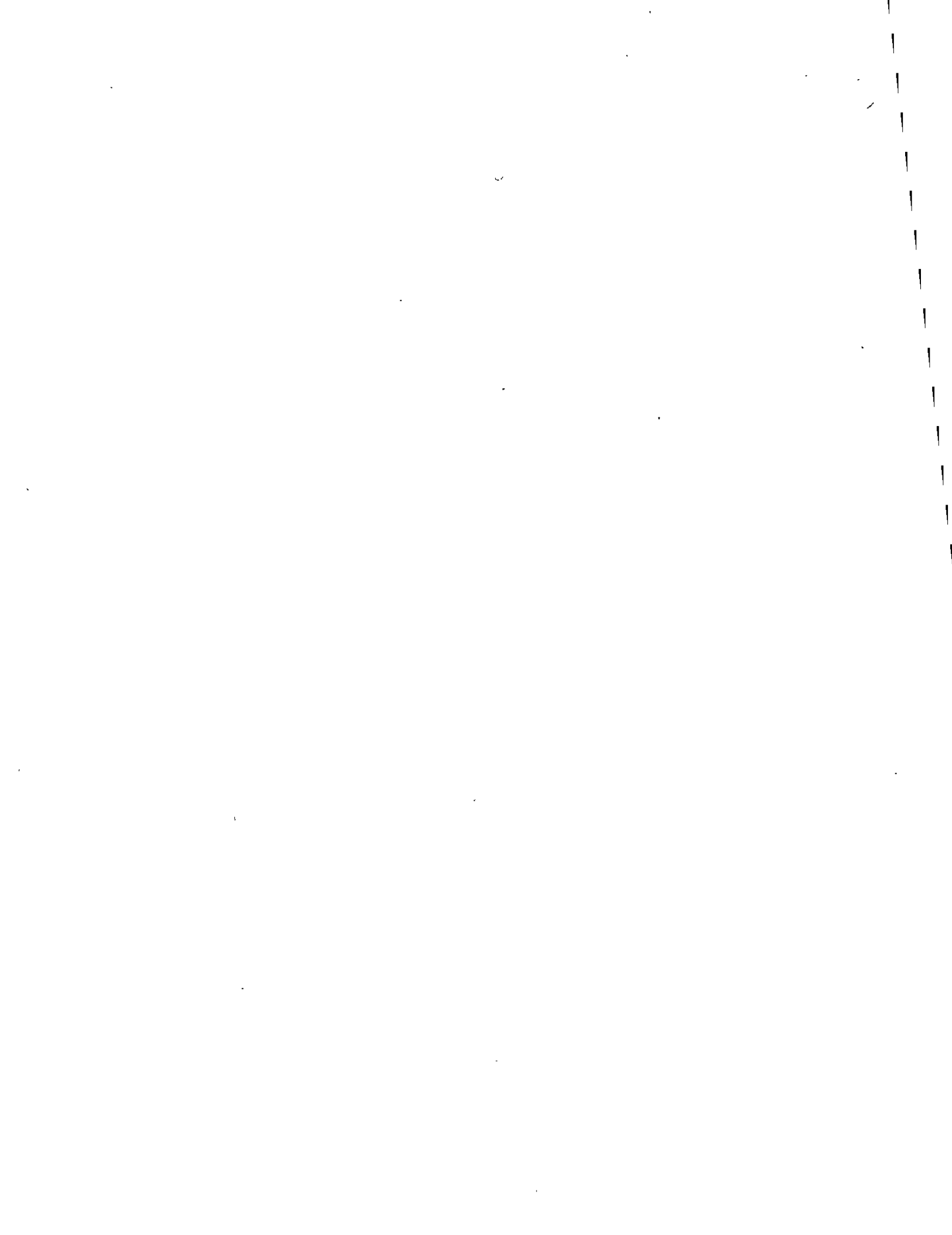
CANTIDAD DE ANTIBIOTICOS CON EMPAQUE (ton)	COSTO DEL PERSONAL TECNICO (N\$)	COSTO DEL PERSONAL OPERATIVO (N\$)	COSTO POR MATERIALES EMPLEADOS (N\$)	COSTO POR REACTIVOS EMPLEADOS (N\$)	COSTO POR EQUIPOS EMPLEADOS (N\$)	COSTO/TON (N\$)
7.672	3,214.60	2,797.50	736.50	100.00	1,100.00	712.75

## 7. COMENTARIOS FINALES

- Desarrollar e instrumentar la reglamentación y normatividad adecuada a nuestra problemática, para llevar a cabo el control de los R.S.M., principalmente de los RARSA.
- Establecer los lineamientos y políticas ambientales a cumplir, para que los fabricantes de bienes de consumo y artículos de primera necesidad, tengan participación dentro de las estrategias para el control de los RARSA.
- Instrumentar convenios y líneas de participación con los sectores comercial e industrial, para canalizar en forma regulada y precisa, las iniciativas de participación relacionadas con el control de los R.S.M., que vienen desarrollando aisladamente.
- Formular y desarrollar estrategias que permitan informar a los diferentes generadores de R.S.M., sobre prácticas adecuadas para el almacenamiento y manejo interno de los residuos antes de la recolección, con el fin de disminuir riesgos de afectación a la salud pública y al ambiente en general, así como canalizar positivamente su cada vez más creciente inquietud socio-ambiental.
- Desarrollar sistemas centralizados, que permitan separar tanto subproductos reciclables, como materiales indeseables, que pueden no solamente afectar al ambiente y la salud en las etapas de aprovechamiento y disposición final de los R.S.M. sino también disminuir la calidad de los insumos que pueden obtenerse en cada una de dichas etapas.
- Establecer sistemas de colecta y/o centros de acopio institucionales y privados, tanto por parte de los responsables de llevar a cabo la prestación de los servicios de aseo urbano, como por los generadores y fabricantes de insumos; para recibir subproductos reciclables para su posterior aprovechamiento y materiales indeseables para su adecuado control.
- Segregación de los residuos en la fuente.
- Tratamiento in-situ de los residuos para reducir su volumen y su riesgo de afectación.
- Fomentar el desarrollo de productos e insumos ambientales compatibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Carmona, L. M. C., 1991. *Derecho Ecológico*, Instituto de Investigaciones Jurídicas, U.N.A.M., México.
2. Instituto Nacional de Ecología, 1992. *Regulación y Gestión de productos químicos en México, enmarcados en el contexto internacional*, Secretaría de Desarrollo Social, México.
3. International Solid Waste Association, 1993. *Intensive Course on Appropriate Technology for Hazardous Waste Management in Economically Developing Countries*. Estambul, Turquía.
4. Overcash, M.R. y Ranger E.M., 1994. *Minimización de Residuos. Technology Training*, S. de R.L. de C.V., México.
5. Turkish National Committee on Solid Waste e International Solid Waste Association, 1993. *Hazardous Waste Management in Economically Developing Countries*. Estambul, Turquía.
6. Willocx, J., 1991. *An Integrated Approach to the Management of Small Generator Hazardous Waste*. Annual Conference of The International Solid Wastes and Public Cleansing Association (ISWA), Toronto, Canada.



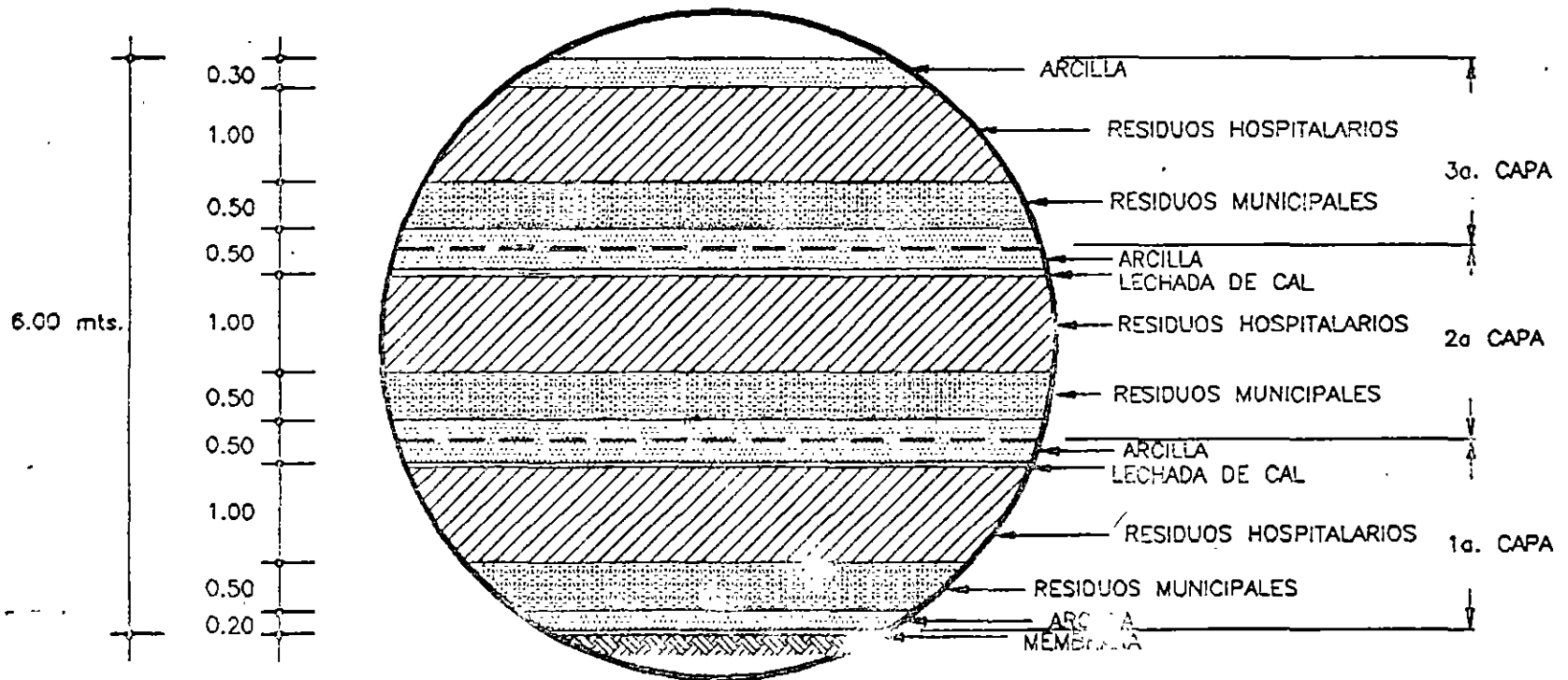


FIG. 1

médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

#### 4.20 Sangre

El tejido hemático con todos sus elementos.

#### 4.21 Tejido

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

#### 4.22 Tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos

El método que elimina las características infecciosas de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

#### 4.23 Valor calorífico

Es el calor liberado cuando los residuos son quemados completamente y los productos de la combustión son enfriados a la temperatura inicial de los residuos.

### 5. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECIOSOS

5.1 Para efectos de esta norma oficial mexicana, además de los establecidos en la NOM-CRP-001-ECOL se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los provenientes de:

5.1.1 La sangre.

5.1.2 Los productos derivados de la sangre.

5.1.3 Los materiales con sangre.

5.1.4 Los anteriores materiales, aún cuando se hayan secado, incluyendo el plasma, el suero y los derivados de la sangre, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

5.1.5 Los cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos.

5.1.6 La producción de biológicos.

5.1.7 Los patológicos.

5.1.8 Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención.

5.1.9 Las muestras para análisis.

5.1.10 Los cadáveres de animales o partes de éstos.

5.1.11 Los no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

5.1.12 La cirugía y necropsia.

5.1.13 Las terapias y unidades coronarias.

5.1.14 El equipo, material y objetos contaminados durante la atención a pacientes.

5.1.15 Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras de laboratorio, como rectoscopios, otoscopios, espejos vaginales y similares.

5.1.16 Los objetos punzocortantes usados.

5.1.17 Los que han estado en contacto con pacientes durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturios, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares.

### 6. MANEJO

6.1 Los hospitales y establecimientos de atención médica deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos peligrosos biológico-infecciosos:

6.1.1 Identificación de los residuos y de las áreas donde se generen.

6.1.2 Envasado de los residuos generados.



- 6.1.3 Recolección y transporte interno.
- 6.1.4 Almacenamiento temporal.
- 6.1.5 Recolección y transporte externo.
- 6.1.6 Tratamiento.
- 6.1.7 Disposición final.
- 6.2 Identificación y envasado

6.2.1 Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos generados en hospitales y establecimientos que presten atención médica de acuerdo con sus características físicas y biológicas-infecciosas, conforme a la Tabla 1.

Tabla No. 1

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	CODIGO DE COLORES
SANGRE; CULTIVOS Y MUESTRAS ALMACENADAS DE AGENTES INFECCIOSOS; Y RESIDUOS NO ANATOMICOS DERIVADOS DE LA ATENCION A PACIENTES Y DE LOS LABORATORIOS	RESIDUOS SOLIDOS	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 200	ROJO
	RESIDUOS LIQUIDOS	RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O PLASTICO	ROJO
PUNZOCORTANTES	RESIDUOS SOLIDOS	RECIPIENTE RIGIDO DE METAL O DE PLASTICO	ROJO
PATOLOGICOS	RESIDUOS SOLIDOS RESIDUOS LIQUIDOS	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 300 RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O DE PLASTICO	AMARILLO AMARILLO

6.2.2 Las bolsas deberán ser de polietileno e impermeables, de calibre mínimo 300 para los residuos patológicos y de 200 para los demás, de acuerdo al color especificado en la Tabla 1 de esta norma oficial mexicana.

6.2.3 Las bolsas se llenarán al 80% de su capacidad, cerrándose antes de ser transportados al sitio de almacenamiento temporal.

## ANEXO 2

**CERDA ESPECIAL PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS  
BIOLOGICO INFECCIOSOS**

**1. Selección del sitio****1.1 Profundidad del manto freático**

Deberá estar ubicado a una profundidad vertical mayor de 15 m del nivel freático.

**1.1.1 Zona de recarga**

Deberá estar ubicada a una distancia mayor de 1 km y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

**1.1.2 Ubicación con respecto a la zona de fracturación**

Deberá ubicarse a una distancia horizontal de 100 m como mínimo del límite de la zona de fracturación o falla geológica.

**1.1.3 Características de los estratos del suelo**

Las características físicas de los estratos del suelo se deberán conocer a través del estudio geofísico correspondiente, aplicándolo hasta una profundidad de 120 m.

**1.1.4 Características del suelo**

Deberá reunir condiciones tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. y por la capacidad de intercambio catiónico de 30 meq/100 grs de suelo.

**1.2 Material para cobertura**

Se deberá contar como mínimo con un 25% de material de cubierta en relación al volumen de los residuos a disponer diariamente.

**1.3 Ubicación con respecto a cuerpos de agua**

Deberá ubicarse a una distancia mayor de 1 km. de las zonas de inundación, cuerpos de agua y corrientes naturales.

**1.4 Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso**

Estará ubicado a una distancia mayor de 500 m del área urbana; a una distancia mayor de 70 m de las vías de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 km de áreas naturales protegidas y aeropuertos así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gaseoductos y a una distancia mayor de 150 m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

**1.5 Topografía**

El sitio designado para la disposición de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá tener:

**1.5.1 La pendiente media en la base del terreno natural del sitio no mayor del 30%.****1.6 Limitación**

No se podrá operar un sitio designado en zona fracturada.

**1.7 Estudio geofísico**

Para determinar la estructura, zonas y capas acuíferas, así como la diferencia entre materiales permeables e impermeables y fijar espesores y posición de unos y otros, efectuando sondeos eléctricos verticales a una profundidad de 120 m., su número estará en relación a las hectáreas con que cuenta el sitio.

hectáreas	No. de sondeos eléctricos verticales
1 - 4	3
4 - 9	5
9 - 15	7
15 - 21	10
21 - 50	12
más de 50	20

## 1.8 Estudio geohidrológico

Para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección, velocidad del escurrimiento, o flujo de la misma y su composición química.

## 1.9 Pozos de monitoreo para lixiviados

Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar con 2 pozos de muestreo situados, uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 150 m. antes de llegar al sitio y otro a 150 m aguas abajo del sitio.

## 2. Construcción de la celda

2.1. La celda deberá ser impermeabilizada artificialmente en la base y los taludes, con objeto de evitar el flujo de lixiviados.

2.2. Se utilizarán membranas de polietileno de alta densidad, con un espesor mínimo 1.5 mm.

2.3. La construcción de la celda deberá contar con los sistemas de captación y de monitoreo de lixiviados, así como de biogás.

2.4. Deberán contar como mínimo con las siguientes obras complementarias: caminos de acceso, báscula, cerca perimetral, caseta de vigilancia, drenaje pluvial y señalamientos.

## 3. Operación

3.1. En la zona de descarga se deberá:

3.1.1. Antes del depósito de los residuos aplicarse una solución de cal, en proporción 3:1 a razón de 10 litros por metro cuadrado.

3.1.2. La descarga de los residuos deberá realizarse mediante sistemas mecanizados.

3.1.3. Una vez depositados los residuos, se les aplicará un baño con la solución de cal indicada en el punto 3.1.1.

3.1.4. En caso de presencia de insectos, deberá aplicarse un insecticida para su eliminación.

3.2. Los residuos deberán compactarse, con objeto de reducir el volumen y prolongar la vida útil de la celda. Para esto deberá utilizarse maquinaria pesada.

3.3. Al final de la jornada, los residuos deberán ser cubiertos en su totalidad con una capa de arcilla compactada, con un espesor mínimo de 30 cm.

3.4. Los vehículos deberán ser desinfectados antes de abandonar el sitio de disposición, así mismo la maquinaria será desinfectada al final de cada jornada.

3.5. Deberá llevarse un registro diario de la cantidad, procedencia y ubicación de los residuos depositados.

## 4. Monitoreo y control

4.1. Se deberá realizar el monitoreo de las aguas subterráneas cada 6 meses para verificar la presencia de lixiviados.

4.2. Cuando como consecuencia del monitoreo se detecte la existencia de lixiviados, estos deberán extraerse de los pozos correspondientes para su análisis, tratamiento y posterior confinamiento, conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

4.3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con el equipo de protección personal que establezcan las disposiciones aplicables y los normas oficiales mexicanas de seguridad correspondientes.

4.4. Se deberá contar con un programa de atención a contingencias, desarrollado específicamente para casos de contingencias y desastres que pudieran ocurrir en las instalaciones y al realizar cualquiera de las actividades propias de la operación.

**3. REFERENCIAS**

NOM-CRP-001-ECOL	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-CRP-002-ECOL	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-CRP-003-ECOL	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993.
NOM-CRP-004-ECOL	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.
NOM-CRP-005-ECOL	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-CRP-006-ECOL	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-CRP-007-ECOL	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-CCA-029-ECOL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.
NOM-CCA-031-ECOL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.
NMX-AA-09	Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot.
NMX-AA-10	Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases, que fluyen por un conducto.
NMX-AA-35	Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión.
NMX-DGN Z-21	Magnitudes y unidades de base del sistema internacional (SI).

**4. DEFINICIONES****4.1 Atención médica**

El conjunto de servicios que se proporcionan con el fin de proteger, promover y restaurar la salud humana y animal.

**4.2 Autoclave**

El recipiente metálico de paredes resistentes y cierre hermético que sirve para esterilizar los equipos y materiales utilizados, mediante la combinación de calor, presión proporcionada por el vapor y tiempo.

**4.3 Autoclave de alto vacío**

Es aquel en la que la expulsión del aire se realiza mediante una bomba de extracción capaz de lograr un vacío no menor de 15 mm Hg de presión absoluta.

**4.4 Autoclave de desplazamiento descendente o por gravedad**

Es aquel en la que la expulsión del aire se lleva a cabo por gravedad, debido a la diferencia de densidad en comparación con la del vapor caliente que ingresa al esterilizador.

**P A S O S D E L P R O C E S O**

TIPOS DE RESIDUOS	ALMACENAJE		TRANSPORTE		REDUCCION DE VOLUMEN EN SITIO		TECNICAS DE DESINFECCION						DISPOSICION									
	INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXT.			EN SITIO	FUERA														
	BOLSAS ROJAS	BOLSAS BLANCAS	CONTENEDORES LIBREMENTE EN CONTENEDORES	COMPACTADOS	CARRETIILLAS	HIDRAULICAMENTE	NEUMATICAMENTE	CONDUCTOS	CAMIONES	INCINERACION	COMPACTACION	HIDROPULPEO	ESTERILIZACION	INCINERACION	IRRADACION	DESINFECCION QUIMICA	INCINERACION	ESTERILIZACION	RELLENO SANITARIO	INCINERACION	RECICLAJE	
PATOLÓGICOS <sup>1</sup>	X				X		X		X				X	X	X	X				X		
INFECCIOSOS	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	
ADMINISTRATIV.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	
CAJAS		X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>		X			X	X	X	X								X	X	X	
COCINA		X <sup>3</sup>	X <sup>3</sup>		X	X		X			X								X	X		
LATAS			X	X	X			X		X									X		X	
BOTELLAS			X	X	X			X		X									X		X	
JERINGAS Y MEDICAMENTOS			X		X <sup>4</sup>								X	X	X				X	X		

1: EL MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS PATOGENOS SE REALIZA EN EL SITIO

\* FUENTE: HAZARDOUS-WASTE TREATMENT AND DISPOSAL

2: PUEDEN SER ALMACENADOS SEPARADAMENTE

3: RESIDUOS ORGANICOS AL ALBAÑAL Y LOS INORGANICOS EN CONTENEDORES

4: GUARDAR EN CONTENEDORES HASTA SU DISPOSICION

**TABLA : METODOS ALTERNATIVOS DE TRATAMIENTO, TRANSPORTE Y DISPOSICION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS**

**MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y  
HOSPITALARIOS**

**22 al 26 de mayo de 1995**

**LUNES**

- 9:00-10:30 Registro e inauguración (M. en I. Jorge Sánchez/Dr. Alberto Moreno Bonett)
- 10:30-11:30 Clasificación de los residuos (M. en I. Jorge Sánchez)
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-13:00 Introducción al módulo (M. en C. Paula Noreña/M. en I. Gustavo Solórzano)
- 13:00-14:00 Problemática de los residuos peligrosos, especiales y hospitalarios.
- 14:00-16:00 Comida
- 16:00-17:30 Marco legal (M. en I. Gustavo Solórzano)
- 17:30-17:45 Receso
- 17:45-19:00 Marco legal (M. en I. Gustavo Solórzano)

**MARTES**

- 9:00-11:30 Manejo integral de los residuos (M. en C. Margarita Gutiérrez)
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-14:00 Efectos de los residuos en el ambiente (Dra. Cristina Cortinas)
- 14:00-16:00 Comida
- 16:00-17:30 Generación de residuos en México ( Ing. Fidel Cortés)

17:30-17:45 Receso

17:45-19:00 Infraestructura para el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos en México (Ing. Fulgencio Aguilar)

### **MIERCOLES**

9:00-10:00 Problemática de los residuos hospitalarios en México (Ing. Ricardo Estrada)

10:00-11:30 Fuentes, manejo interno, almacenamiento y transporte de residuos hospitalarios (M. en C. Paula Noreña)

11:30-11:45 Receso

11:45-14:00 Opciones para el tratamiento y disposición final de residuos hospitalarios .

14:00-16:00 Comida

16:00-17:00 Incineración (Ing. Francisco Marín)

17:00-19:00 Visita al incinerador del hospital 20 de Noviembre

### **JUEVES**

9:00-10:00 Muestreo de residuos peligrosos (Ing. Raúl Montes de Oca)

10:00-11:00 Transporte de residuos peligrosos (Ing. Luis Soria)

11:00- 11:15 Receso

11:15-12:30 Almacenamiento de residuos peligrosos (Ing. Fidel Cortés)

12:30-14:00 Políticas para el manejo de residuos peligrosos (Ing. Luis Sánchez)

14:00-16:00 Comida

16:00-17:15 Planes de contingencia (Ing. Sergio Rivapalacio)

17:15-17:30 Receso

17:30-19:00 Movimiento transfronterizo de residuos peligrosos (Ing. Luis Wolf)

**VIERNES**

- 9:00-12:30 Visita a la celda de residuos hospitalarios en Bordo Poniente
- 12:30-14:00 Manejo y control de residuos especiales (M. en I. Jorge Sánchez)
- 14:00-16:00 Comida
- 16:00-17:30 Evaluación
- 17:30-17:45 Receso
- 17:45-19:00 Mesa redonda y clausura



**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE  
RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS**

**MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y  
HOSPITALARIOS**

**22 al 26 de mayo de 1995**

**LUNES**

- 9:00-10:30 Registro e inauguración (M. en I. Jorge Sánchez/Dr. Alberto Moreno Bonett)
- 10:30-11:30 Clasificación de los residuos (M. en I. Jorge Sánchez)
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-13:00 Introducción al módulo (M. en C. Paula Noreña/M. en I. Gustavo Solórzano)
- 13:00-14:00 Marco legal (M. en I. Gustavo Solórzano)
- 14:00-16:00 Comida
- 16:00-17:30 Marco legal (M. en I. Gustavo Solórzano)
- 17:30-17:45 Receso
- 17:45-19:00 Marco legal (M. en I. Gustavo Solórzano)

**MARTES**

- 9:00-11:30 Manejo integral de los residuos (M. en C. Margarita Gutiérrez)
- 11:30-11:45 Receso
- 11:45-14:00 Efectos de los residuos en el ambiente (Dra. Cristina Cortinas de Nava)
- 14:00-16:00 Comida
- 16:00-17:30 Generación de residuos peligrosos en México ( Ing. Fidel Cortés Carballar)

17:30-17:45 Receso

17:45-19:00 Infraestructura para el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos en México (Ing. Fulgencio Aguilar)

### **MIERCOLES**

9:00-10:00 Problemática de los residuos hospitalarios en México (Ing. Ricardo Estrada)

10:00-11:30 Fuentes, manejo interno, almacenamiento y transporte de residuos hospitalarios (M. en C. Paula Noreña)

11:30-11:45 Receso

11:45-12:45 Esterilización de Residuos Hospitalarios (Lic. Yesica Paredes).

12:45-14:00 Tratamiento de Residuos Hospitalarios con Microondas (Sr. Curtis Pollard ).

14:00-16:00 Comida

16:00-17:00 Incineración (Ing. Francisco Marín)

17:00-19:00 Visita al incinerador del hospital 20 de Noviembre

### **JUEVES**

9:00-10:00 Muestreo de residuos peligrosos (Ing. Raúl Montes de Oca)

10:00-11:00 Transporte de residuos peligrosos (Ing. Luis Soria)

11:00- 11:15 Receso

11:15-12:30 Almacenamiento de residuos peligrosos (Ing. Fidel Cortés)

12:30-14:00 Políticas para el manejo de residuos peligrosos (Ing. Luis Sánchez C.)

14:00-16:00 Comida

16:00-17:15 Planes de contingencia (Ing. Sergio Rivapalacio)

17:15-17:30 Receso

17:30-19:00 Movimiento transfronterizo de residuos peligrosos (Ing. Luis Wolf)

## **VIERNES**

**9:00-12:30** Visita a las instalaciones del Hospital Militar.

**12:30-14:00** Manejo y control de residuos especiales (M. en I. Jorge Sánchez)

**14:00-16:00** Comida

**16:00-17:30** Evaluación

**17:30-17:45** Receso

**17:45-19:00** Mesa redonda y clausura

## EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITA

FECHA: LARIOS  
Del 22 al 26 de mayo de 1995

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
M.I. Jorge Sánchez				
Dr. Alberto Moreno Bonett				
M.C. Paula Noreña				
M.I. Gustavo Solórzano				
M.C. Margarita Gutiérrez				
Dra. Cristina Cortinas de Nava				
Ing. Fidél Cortés Carballar				
Ing. Fulgencio Aguilar				
Ing. Ricardo Estrada				
Lic. Yesica Paredes				
Sr. Curtis Pollard				
Ing. Francisco Marín				
Ing. Raúl Montes de Oca				
Ing. Luis Soria				
Ing. Luis Sánchez C.				

### EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO	
ACTUALIZACION DEL CURSO	
APLICACION PRACTICA DEL CURSO	

### EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10



1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO? .

---

---

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

---

---

6.- OTRAS SUGERENCIAS:

---

---



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS**

**PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**

**ING. SERGIO RIVA PALACIO CHIANG**

## **I N D I C E**

- I. INTRODUCCION**
- II. BASES LEGALES**
- III. PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**
- IV. COMITE DE ANALISIS Y APROBACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES ( C O A A P P A )**
- V. CRITERIOS PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**
- VI. ESTRUCTURA DE LA GUIA PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**



## I. PROBLEMATICA

La precepción y actitud con respecto a la problemática por el manejo de sustancias peligrosas que provocan accidentes por la emisión súbita al ambiente de sustancias químicas tóxicas, explosiones e incendios que las involucran, ha cambiado en los últimos años.

Este tipo de accidentes en el pasado se percibían como fenómenos raros y aislados, sin efectos nocivos muy evidentes, y se adoptaba una actitud pasiva ante ellos.

En la actualidad este punto de vista ha cambiado, y se ha tomado conciencia de que los accidentes de esta índole, ocurren con mayor frecuencia que la esperada, y en muchos casos suelen tener consecuencias desastrosas tanto para la población como para sus bienes y los ecosistemas que los rodean.

La complejidad del problema expuesto, es tal que con todos los avances logrados a la fecha en los países que han sido pioneros en preocuparse y reaccionar ante accidentes químicos, se está aún lejos de haberlo resuelto en toda su extensión.

Actualmente la problemática parte con la identificación de 4 millones de sustancias químicas presentes en nuestro planeta, de las cuales se calcula que alrededor de 100 mil se encuentran a nivel comercial, sin embargo de estas cifras no todas se ven involucradas en accidentes.

Por ejemplo, un estudio publicado en 1982 revela que los incidentes graves ocurridos en Canadá suman solamente 10 productos químicos de los existentes en el mercado, mismos que ocasionaron 37% del número total de fugas o escapes de gases y constituyen el 83% del volumen de los mismos; en tanto 150 productos químicos estuvieron envueltos en 90% de los derrames y del volumen de los mismos.

El cloro ha estado involucrado en la mayor proporción de escapes tóxicos, seguido por el amoniaco, aunque la severidad de daños ha sido siempre mayor para el primer caso.

En lo que se refiere a los establecimientos de alto riesgo, también en número se reduce si se toma como base para su identificación un volumen umbral de sustancias químicas peligrosas manejadas en sus instalaciones, como ocurre en la Unión Europea en cuyos 15 Estados miembros, sólo se han identificado 2,500 aproximadamente.

Al abordar el tema de la dimensión del problema no podemos dejar de mencionar las diferencias, asimetrías y disimetrías que existen entre los países industrializados y en vías de desarrollo, en cuanto a la magnitud de riesgos tecnológicos.

Es indudable, que por su alto grado de industrialización, los países desarrollados cuentan con un número mayor de empresas que manejan volúmenes considerables de sustancias químicas

peligrosas en comparación con los países en vías de desarrollo. Pero al mismo tiempo, el haber iniciado sus procesos de industrialización en el curso de los últimos 200 años y haberse dado en ellos los procesos de desarrollo de tecnologías industriales y de control, su capacidad, infraestructura y recursos económicos para prevenir y hacer frente de manera adecuada a los accidentes químicos es notablemente superior.

Existen países que han logrado avances con enfoques y limitaciones particulares, en relación a sus contextos nacionales, a la vez que se han establecido esfuerzos y enfoques multinacionales en aquellos aspectos que pueden abordarse de manera similar.

En los países en vías de desarrollo, la industrialización ha sido más tardía, por lo general centralizadas en unos cuantos polos densamente poblados y a expensas de tecnologías obsoletas, altamente contaminantes y consumidoras de energía en los que el riesgo ambiental es elevado.

De lo anterior se desprende, la falta de preparación técnica y de recursos tecnológicos para prevenir y hacer frente a los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas, y la baja prioridad que las autoridades de salud concedan a los riesgos derivados de ellas.

Lo anterior contribuye a que en la mayoría de los países las regulaciones sobre sustancias y materiales peligrosos, así como sobre las actividades de alto riesgo, sean inexistentes, insuficientes o bien, no se verifique o refuerce su cumplimiento.

Lo anterior se complica más si se toma en consideración el hecho de que los países en vías de desarrollo atraviesan severas crisis económicas y en ellos predominan las micro, medianas y pequeñas empresas, cuyos propietarios carecen de capacitación gerencial y ambiental, y sus trabajadores ignoran los peligros de las sustancias y materiales que manejan por lo que no se percibe la importancia de establecer medidas de seguridad.

Por todo ello existe una honda preocupación de que se multipliquen los casos de accidentes como el ocurrido en Bhopal, India, no tan sólo porque las empresas locales fallen en el establecimiento de medidas de seguridad para prevenirlos y controlarlos, sino porque se instalen o funcionen en dichos países empresas transnacionales que no aplican las regulaciones de sus países de origen y tiene un pobre desempeño ambiental y de seguridad como sucedió en Bhopal.

Como se ha mencionado, existen un sin número de acontecimientos que plantean la necesidad de contar con una eficaz preparación para prevenir y afrontar casos de emergencia, dentro de los que destacan los siguientes:

Fuga de dioxina en Duphart, India. 1963

- Fuga de gas metil-isoclanuro en Bhopal, India. 1984
- Explosión de gas propano en la Cd. de México. 1984
- Incendio y descarga de aguas contaminadas al Rhin, proveniente de una bodega de Basilea. 1986
- Explosión de un ducto de destilados de petróleo en Guadalajara, México. Abril de 1992

La magnitud del daño que pudiera provocar un accidente causado por sustancias peligrosas está en relación directa con la presencia de una serie de factores como son: Las características del sitio donde éstas se manejan, las instalaciones y procesos utilizados, las condiciones meteorológicas existentes en el área en el momento del accidente, la cantidad de sustancia liberada al ambiente, de la población potencialmente expuesta y/o afectada, las medidas que se tengan contra la emergencia, etc.

El Gobierno Federal ha establecido disposiciones y emprendido acciones para disminuir los riesgos y enfrentar contingencias derivadas de las Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas, una de las cuales consiste en la elaboración de los Programas para la Prevención de Accidentes por quienes realicen tales actividades, mismos que se someterán a la aprobación de diversas Secretarías.

## II. BASES LEGALES

En el capítulo II, Artículo 5o. Fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se establece que:

..." Son asuntos del alcance general en la nación o de interés de la federación, la regulación de las actividades que deban considerarse como Altamente Riesgosas, según ésta y otras leyes y disposiciones reglamentarias, por la magnitud o gravedad de los efectos que puedan generar en el equilibrio ecológico o en el ambiente".

Asimismo, en el capítulo IV, artículo 147, 2o. Párrafo de la misma ley, se establece que ..."Quienes realicen actividades altamente riesgosas, elaboran, actualizarán y, en los términos del reglamento correspondiente, someterán a la aprobación de la Secretaría y de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, los Programas para la Prevención de Accidentes en la realización de tales actividades que puedan causar graves desequilibrios ecológicos".

"Cuando las actividades consideradas como Altamente Riesgosas se realicen o vayan a realizarse en el Distrito Federal, el Departamento del Distrito Federal participará en análisis y en su caso, aprobación de los Programas para la Prevención correspondientes".

En los considerados de los listados de actividades Altamente Riesgosas expedidos en el Diario Oficial el 28 de marzo de 1990 y el 28 de de marzo de 1990?, respectivamente se establece lo siguiente:

... "Que el criterio adoptado para determinar cuales actividades deben considerarse como Altamente Riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, esten asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas; en cantidades tales que en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes".

### III.- PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

Es el programa formado por los planes, procedimientos, organización recursos, procedimientos y acciones, para proteger a la población y sus bienes, así como al ambiente y sus ecosistemas, de los accidentes que pudieran ser ocasionados en la realización de las actividades altamente riesgosas

#### O B J E T I V O S

- Evitar que los accidentes provocados por la realización de actividades Altamente Riesgosas, alcancen niveles de desastre o calamidad.
- Propiciar que quienes realicen actividades de Alto Riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como autoridades locales, desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de sustancias peligrosas.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de desastres y calamidades ocasionadas por la liberación de sustancias peligrosas.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concertación de acciones para implementar adecuadamente el PPA en la localidad.
- Que las industrias de Alto Riesgo difundan en la localidad, la información relacionada con las actividades que desarrollan y los riesgos que éstas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con que se cuentan para disminuir y controlar dichos riesgos y enfrentar cualquier contingencia y atender calamidades y/o desastres provocados por la liberación accidental de sustancias peligrosas.

#### REQUERIMIENTOS DE LOS PPA

Existen principalmente dos formas de captar Programas para la Prevención de Accidentes:

Procedimiento de Impacto y Riesgo Ambiental  
Programa Nacional de Prevención de Accidentes de alto  
riesgo Ambiental instruido el 29 de abril de 1992 por el  
ejecutivo federal.

En relación a estas dos vías, actualmente se hace a través del dictámen de impacto y riesgo ambiental. Es decir, como resultado de la evaluación de riesgo se determina si es necesario que se elabore el PPA correspondiente.

Sin embargo actualmente, también se están captando a petición de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, como resultado de las auditorías ecológicas o a través de las visitas de verificación.

**IV.- COMITE DE ANALISIS Y APROBACION DE LOS PROGRAMAS  
PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES  
( C O A A P P A )**

Con base en lo establecido en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el 24 de abril de 1989 se instaló en la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, el Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPPA), en el que participan las siguientes dependencias:

- Secretaría de Energía.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Secretaría de Salud.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.
- Departamento del Distrito Federal, en su caso.

Además en el comité también participa la Secretaría de Gobernación a través de la Dirección General de Protección Civil y del Centro Nacional de Prevención de Desastres, debido a lo indicado en los Artículos 2 al 10 del decreto por que se aprueban las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil y del Programa que sobre la materia contienen los PPA.

**FUNCIONES:**

- Analizar, y en su caso, aprobar los Programas para la Prevención de Accidentes que presenten las industrias altamente riesgosas.
- Elaborar, aprobar, aplicar y en su caso modificar el procedimiento de análisis y aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes
- Elaborar y aprobar la guía para la elaboración de los Programas para la Prevención de los Accidentes.
- Vigilar y supervisar el cumplimiento de las acciones y medidas derivadas de los Programas para la Prevención de Accidentes Aprobados

Una vez que los PPA son analizados autorizados y dictaminados por el Comité, estos se implementarán a nivel local, con la participación de la Unidad de Protección Civil, Autoridades, comunidad y empresas aledañas, y demás instituciones relacionadas con aspectos de seguridad y atención a la población y al ambiente.

Asimismo el seguimiento de los Términos de los dictámenes correspondientes, es realizado principalmente por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, quien informa al Comité de los resultados.

Aunque algunas empresas pudieran ya contar con planes de respuesta a emergencias, es necesaria su revisión para hacer la actualización y adecuaciones; del mismo modo, las empresas que sean consideradas como Altamente Riesgosas y que no cuenten con un PPA, deberán desarrollarlo.

Los criterios empleados para su elaboración se basan en la posibilidad de que ocurran contingencias provocadas por el manejo de sustancias peligrosas y de la necesidad de contar con un programa adecuado para evitar que éstas puedan tener consecuencias de desastre o calamidad.

El Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes ha elaborado una Guía, con el propósito de proporcionar a quienes realizan actividades altamente riesgosas, las bases para desarrollar un Programa para la Prevención de Accidentes ( PPA ), para dar respuesta a contingencias causadas por la liberación de sustancias peligrosas. dicha guía actualmente es conocida como la revisión 06, mientras se cuenta con la reglamentación necesaria para poderla oficializarla. Cabe mencionar, que se tiene contemplado hacer una nueva revisión para obtener esta versión final.

Los objetivos fundamentales de de la Guía para la Eaboración del Programa para la Prevencion de Accidentes, son los siguientes:

- Establecer las bases y lineamientos para que quienes realicen Actividades Altamente riesgosas elaboren y/o revisen su Programa para la Prevención de Accidentes.
- Ser un instrumento que sirva de Enlace Interinstitucional e Intersectorial en la elaboración e instrumentación de los PPA.
- Ser un instrumento de referencia para el análisis de los PPA.
- Ser un instrumento para la revisión y actualización permanente de los planes, procedimientos y programas contenidos en un PPA.



## **V.- CRITERIOS PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**

El Programa para la Prevención de Accidentes debe ser elaborado e implementado para activarse de acuerdo al alcance y características de una emergencia, la cual puede circunscribirse dentro de los límites de la planta sin representar ningún riesgo para el exterior, o bien puede ser de tal magnitud que pudiera rebasarlos, afectando a la población aledaña y ecosistemas de la región.

Sobre esto último es importante considerar la realización de otras actividades riesgosas o altamente riesgosas cercanas a una AAR en particular, que pudieran incrementar el nivel de riesgo de la misma y su efecto en caso de accidente.

Con base en lo anterior se han establecido dos clases o niveles en la elaboración del PPA; el interno y el externo.

Ambos niveles deben ser elaborados y estructurados detalladamente, para activarlos en el momento oportuno y en el lugar preciso, considerando las etapas de prevención ( antes de ), de atención (durante) y de retorno-recuperación ( después de ), tomando como criterio de referencia los posibles efectos de un accidente causado por la realización de AAR.

La etapa de Prevención se relaciona con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios, encaminados a evitar que ocurran accidentes, y en caso de que éstos se produzcan, controlar sus efectos y evitar que adquieran proporciones de un accidente mayor ( calamidad o desastre ).

La etapa de Atención se relaciona con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios para el auxilio y rescate de las personas ( trabajadores y población aledaña ), la conservación de la vida y la salud así como la protección del ambiente, una vez que se ha producido una contingencia.

Esta etapa también incluye todos los aspectos relacionados con el combate y control de la contingencia, así como la mitigación de sus efectos.

La etapa de Retorno - Recuperación se relaciona con todos los aspectos de inspección y vigilancia y difusión que sean necesarios para la reanudación de actividades, bajo condiciones confiables de seguridad tanto para los trabajadores como para la población e industrias aledañas, así como los de reparación de la infraestructura interna y/o externa y de saneamiento ambiental.

**VI.- ESTRUCTURA DE LA GUIA PARA LA ELABORACION  
DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION  
DE ACCIDENTES**

- ANTECEDENTES DEL PROPONENTE. MARCO REFERENCIAL PARA DESARROLLAR EL PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.

De la información solicitada a la empresa a la cual se le ha requerido la presentación de un PPA, en primer término se le solicita el marco referencial para la elaboración del Programa en cuestión, y también para el análisis de dicho PPA realizado por el Comité, ya que los estudios de Impacto y Riesgo Ambiental en cualquiera de sus modalidades, no llegan a las Dependencias integrantes del COAAPPA.

La información mínima que constituye este marco referencial son los Datos Generales de la Empresa, los Datos del Sitio en que se realiza la AAR y el Resumen del Estudio de Riesgo.

- EL PPA DE NIVEL INTERNO.

Esta parte del PPA se relaciona con la protección y auxilio a los trabajadores y/o personas, así como de las instalaciones e infraestructura de la empresa, ante emergencias y/o contingencias, considerando que su efecto hacia el exterior de las instalaciones es nulo y que la empresa cuenta con la capacidad de respuesta requerida.

- EL PPA DE NIVEL EXTERNO

En esta parte del PPA, se considera que el evento rebasa los límites de la empresa y es necesario alertar a la población aledaña y que además se requiere la intervención y participación oportuna de las Unidades de Protección Civil, Autoridades Locales, de la población y/o empresas aledañas potencialmente afectables, así como de otras instituciones y organismos de seguridad social, para proteger al ambiente y a la población.

- ORGANIZACION DE LA EMPRESA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES CAUSADOS POR LA REALIZACION DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

La atención a una emergencia por parte de una empresa que realiza AAR requiere de una organización llamada " Organización para la Prevención de Accidentes ", que administre eficientemente los recursos, aplique los procedimientos establecidos y coordine las acciones

emprendidas para este fin y en la cual se establezca la estructura jerárquica y funcional de sus miembros, señalando específicamente los nombres, funciones y responsabilidades de éstos en la planeación, integración, instrumentación, operación, activación y actualización del PPA.

- ORGANIZACION LOCAL PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES CAUSADOS POR ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS Y SUS NIVELES DE PARTICIPACION. UNA ORGANIZACION INTERSECTORIAL.

Considerando que las consecuencias de un accidente son de un alcance muy variable que dependen de las características y condiciones ya mencionadas, pudieran rebasar los límites de las instalaciones de quienes realicen AAR, se requiere que la Organización para la Prevención de Accidentes de la empresa se enlace y coordine con organismos e instituciones intersectoriales, y en su caso internacionales, tanto a nivel local como municipal, estatal y federal; entre los cuales se pueden citar a los siguientes:

- Autoridades Locales, Sistema Nacional de Protección Civil/ Unidades de Protección Civil, Asociaciones de Empresas agrupadas a nivel local, estatal y/o nacional, Brigadas del Ejército Mexicano, Instituciones de Salud, Policía Federal de Caminos. etc.

En este sentido, las autoridades municipales y estatales, entre las cuales se incluyen las Delegaciones Estatales de la SEMARNyP, se encargarán de la coordinación en general del PPA, incluyendo las labores del ejército, policía, asociaciones y brigadas especiales, así como del suministro de los servicios municipales necesarios y/o disponibles; las empresas, de la coordinación de sus brigadas de emergencia además de proporcionar equipos y recursos en general; La Unidad Interna, Municipal(es) y Estatal(es) de Protección Civil junto con la empresa en cuestión y/o asociación empresarial en materia de prevención y atención de accidentes a la que ésta pertenezca, de la instrumentación y operación a nivel local del PPA, incluyendo los aspectos de difusión, información, capacitación, evacuación así como de los ejercicios y simulacros.

Por su parte la población aledaña a una AAR, deberá tener disposición para mantenerse informada, y participar en las actividades implementadas por la Organización para La Prevención de Accidentes de una AAR cercana a su localidad, relacionadas con su propia seguridad y protección; entre los cuales se pueden citar la capacitación y entrenamiento, intervención en simulacros, etc.

Es importante señalar que la participación de la población

debe ser preferentemente en forma organizada,

Asimismo existen agrupaciones conformadas en diferentes niveles de organización intersectorial denominados generalmente " Comités Locales de Ayuda Mutua ", como es el caso del Comité Local de Ayuda Mutua ( CLAM ) de Coatzacoalcos, Veracruz, así como el Comité al que pertenece la empresa Química Flúor en el Estado de Tamaulipas.

- EL CENTRO DE OPERACIONES DE LA ORGANIZACION PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE LA EMPRESA.

La Organización para la Prevención de Accidentes de la empresa requiere de un lugar determinado para ejecutar todas las actividades necesarias para que opere el PPA, este lugar es el Centro de Operaciones.

Durante el desarrollo de una contingencia y hasta el fin de la misma, este lugar, será el centro de comando, de información al interior y/o al exterior de las instalaciones de la empresa acerca del curso de su evolución, así como el sitio donde se tomen las decisiones.

Es posible que en una situación de emergencia, y en función de su causa y efectos, durante los primeros instantes, ya sean minutos o segundos, la utilidad de dicho Centro pudiera parecer no tener sentido, sin embargo su importancia aumenta en la medida en que la emergencia crece o se controla.

En condiciones de operación normal de la planta, éste será el centro de las reuniones periódicas de dicha organización, en la cual se realicen las actividades de planeación, seguimiento y actualización del PPA, incluyendo las relacionadas con los ejercicios y simulacros.

Es importante mencionar que este Centro de Operaciones puede contar con la participación de la Organización Intersectorial a la que pertenezca la empresa, en casos de un accidente mayor, o bien cuando intervenga en la preparación y realización de los simulacros.

La ubicación del Centro de Operaciones deberá determinarse en función del estudio de riesgo, de las características del sitio y de la infraestructura necesaria para su funcionamiento en la que se considerará su fácil acceso.

A continuación se mencionan aquellos puntos que son solicitados en la guía:

ANTECEDENTES GENERALES DEL PROPONENTE

- 1.- Datos generales
- 2.- Datos del sitio
- 3.- Resultados de la evaluación de riesgo de la planta

#### NIVEL INTERNO

- 4.- Organización para la Prevención de Accidentes
- 5.- Equipos y servicios de emergencia
- 6.- Procedimientos específicos de respuesta a emergencia
- 7.- Sistemas de comunicación y alarma
- 8.- Procedimientos para el retorno a condiciones normales
- 9.- Programa de capacitación y entrenamiento
- 10.- Programa de simulacros
- 11.- Actualización del PPA

#### NIVEL EXTERNO

- 12.- Organización local para la prevención de accidentes.  
CLAM
- 13.- Equipos y servicios de emergencia
- 14.- Procedimientos de respuesta a emergencias del CLAM
- 15.- Sistema de comunicación y alarma
- 16.- Procedimientos para el retorno a condiciones normales y  
de recuperación
- 17.- Programa de capacitación y entrenamiento
- 18.- Programa de simulacros
- 19.- Educación pública
- 20.- Actualización del Programa para la Prevención de  
Accidentes en el nivel externo.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS  
Y PELIGROSOS, 1995.

MODULO II. CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES  
Y HOSPITALARIOS.

FECHA: DEL 22 AL 27 DE MAYO

TEMA: INCINERACION.

EXPOSITORES:

VARIOS.

INCINERACION

**M EN I FRANCISCO J. MARIN VASSALLO**

INCINERACION: DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS  
SOLIDOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS.

POR: ING.FRANCISCO J. MARIN VASSALLO.  
ING.FRANCISCO J. MARIN GUZMAN.

INCINERADORA DE RESIDUOS SOLIDOS, S.A.DE C.V.



INCINERACION: DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS  
HOSPITALARIOS PELIGROSOS.

INDICE

- I.- OBJETIVOS.
- II.- INTRODUCCION.
- III.- BASES TECNICAS. INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO.
  - A) DESCRIPCION Y CLASIFICACION GENERAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.
  - B) EL PROCESO DE INCINERACION COMO ELIMINADOR DE RESIDUOS SOLIDOS.
  - C) INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE INCINERACION.
- IV.- LEGISLACION NACIONAL VIGENTE, APLICABLE A EQUIPOS DE INCINERACION DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS.
- V.- ANEXOS.
  - TABLA 1: CLASIFICACION DE RESIDUOS INFECCIOSOS Y PELIGROSOS EN HOSPITALES.
  - TABLA 2: INCINERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS. STANDARDS EPA-USA.
  - TABLA 3: GENERACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS POR TIPO DE UNIDAD. CD. DE MEXICO, D.F.
  - TABLA 4: COSTOS DE OPERACION INCINERADORES.
  - CROQUIS 1: ARREGLO DE CASETAS PARA INCINERADORES.
  - CROQUIS 2: ARREGLO GENERAL DE INCINERADORES.
- VI.- BIBLIOGRAFIA.

I.- OBJETIVOS.

## I. OBJETIVOS.

Los principales objetivos que se plantean en la realización de este trabajo, son los siguientes:

- Confirmar que el proceso de incineración de residuos sólidos, es un medio adecuado de eliminación de contaminantes.
- Dar a conocer los requerimientos necesarios para seleccionar un equipo ambientalmente sano, que permita ofrecer el servicio de incineración a generadores de residuos sólidos hospitalarios peligrosos.
- Enseñar la clasificación general de los residuos sólidos en general y de los residuos hospitalarios peligrosos, en particular.
- Conocer el marco legal que rige al proceso de incineración como disposición final de residuos sólidos hospitalarios peligrosos.
- Dar a conocer información técnica y económica importante, sobre incineración de residuos sólidos hospitalarios.

## II.- INTRODUCCION.

## II. INTRODUCCION.

La incineración de los residuos sólidos municipales, es una práctica muy antigua realizada en sus inicios con métodos rudimentarios, como lo era el simple hecho de prenderle fuego a un montón de hojas secas o yesca. La ceniza resultante de ésta operación, normalmente se utilizaba como un elemento auxiliar en la agricultura. Estas prácticas poco eficientes e inseguras, con el tiempo se volvieron altamente contaminantes, por lo que fueron gradualmente sustituidas por procesos mas complejos y eficientes, hasta llegar a los modernos y avanzados sistemas de incineración que existen en la actualidad.

La incineración se define como un proceso de reducción en peso y volumen de los residuos sólidos, mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno. Las reducciones que se logran con este proceso, varían del 75% al 90% en peso, dependiendo de la composición de los residuos. El concepto teórico de la incineración, establece una reacción química entre el combustible y el comburente, en donde la basura como combustible, libera energía térmica a medida que es quemada.

Las primeras instalaciones para la incineración de los residuos sólidos municipales, se construyeron en Europa a finales del siglo pasado. Ejemplo de ello, es el incinerador construido en 1874, en la ciudad de Nottingham, Inglaterra. Sin embargo, fué a partir del inicio de éste siglo, que los incineradores empezaron a ser utilizados mas ampliamente como una forma de eliminación de los residuos sólidos urbanos, como lo son los incineradores municipales de las capitales europeas y de las grandes ciudades estadounidenses. Resultado de ésta situación, fué que a finales de la 2a. década de éste siglo, operaban en Europa alrededor de 300 instalaciones para la incineración de residuos sólidos municipales, mientras que en los Estados Unidos, existían cerca de 200 plantas de incineración operando con regularidad. A partir de los años 50's, se inició la automatización de los incineradores, tornándose por éste hecho, en instalaciones más eficientes. A últimas fechas, los sistemas de incineración se han desarrollado exhaustivamente, debido principalmente a la crisis mundial de energéticos que se presentó a principios de la década de los 70's, la cual exigió buscar combustibles alternativos a los derivados del petróleo, por lo que el aprovechamiento del calor generado a partir de la incineración de los residuos sólidos, alcanzó un mayor desarrollo en aquellos países con escasez de energéticos. Actualmente, la recuperación de energía a partir de la incineración de los residuos sólidos es cada vez mas creciente.

De hecho, en el continente europeo, la incineración de basuras se utiliza de manera alterna para generar vapor de agua como medio de calefacción doméstica, y así, proporcionar confort a la población durante la época invernal, la cual es muy fría. Este proceso se reafirmó tras el fracaso de construcción de un gasoducto proveniente de Rusia, y con destino a Europa Occidental, con el fin de suministrar gas natural como combustible para generar vapor de agua para calefacción doméstica.

Los principales componentes, de los gases de combustión del proceso de incineración son partículas en suspensión, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>), así como gases inertes debidos a la propia basura y al aire utilizado como fuente de oxígeno. Cuando la combustión es incompleta puede aparecer monóxido de carbono. Si la combustión se realiza a temperaturas elevadas puede haber disociación del nitrógeno, originándose los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>); aunque cabe aclarar que éstos compuestos, se generan por cambios en la temperatura del proceso y por el nitrógeno presente en el aire, que por el contenido de éste elemento en los residuos sólidos. También pueden generarse metales pesados, si los residuos a incinerar se componen con partículas metálicas.

Por otro lado, dentro de las emisiones a la atmósfera, también puede haber presencia de ácido clorhídrico (HCl) así como de dibenzofuranos y dibenzodioxinas, siempre y cuando los residuos contengan compuestos clorados. Estos últimos compuestos, representan un grave peligro para la salud humana, pues se depositan en los tejidos grasos del cuerpo, provocando enfermedades tales como el cloroacné.

Las dibenzodioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados, son productos de una reacción incompleta entre Fenóxidos de Sodio Policlorados y el Tricloro Fenol. Estos compuestos deben su carácter tan temido, a los efectos tóxicos que causó sobre el medio ambiente una fuga accidental de 2,3,7,8 Tetraclorodibenzodioxina de una planta productora de Triclorofenol, en Seveso, Italia, en Julio de 1976. También, estos compuestos tóxicos causaron la muerte de varias especies de aves de los bosques suizos, búhos y lechuzas principalmente, en Febrero de 1990, debido a la presencia de un incinerador ubicado en las afueras de la ciudad de Basilea, el cual destruía de manera incompleta Cloruro de Polivinilo, Askareles y Bifenilos, los cuales por oxidación son los generadores principales de dibenzodioxinas y dibenzofuranos policlorados. Las temperaturas de destrucción de los Askareles y Bifenilos, así como de los compuestos halogenados, deberán de ser superiores a los 3000 grados centígrados, para lo cual se requiere un incinerador industrial de gran capacidad de destrucción.

Por otra parte, dentro de los productos de oxidación térmica de los residuos sólidos, se genera agua, cenizas y escorias conteniendo metales, vidrios, piedras y materiales inertes, los cuales se precipitan en el fondo de los incineradores, en una mezcla heterogénea a la que comúnmente se le denomina cenizas. Las cenizas se han de analizar químicamente y si existe la presencia de metales pesados como el níquel, cromo, cadmio, etc., u otro compuesto que pueda ser dañino al medio ambiente, se confinarán en rellenos sanitarios industriales; si por el contrario, no representan riesgo alguno, se dispondrán en los rellenos sanitarios municipales, sin confinar.

El proceso de incineración de residuos, cuenta en la actualidad con la mas avanzada tecnología para efectuar la termodestrucción sin dañar al medio ambiente, sin embargo, durante los últimos 15 años, la incineración ha sido objeto de permanentes críticas, señalándosele como fuente generadora de emisiones perjudiciales, como dioxinas, metales pesados y ácidos. Esta situación ha provocado que la normatividad sobre las emisiones a la atmósfera se haya hecho cada vez mas estricta. Los cambios que se han venido dando en cuanto a los criterios de control ambiental para la incineración de residuos sólidos, han provocado un incremento en las objeciones sociales contra ella, así como una percepción poblacional equivocada; a tal grado que gran parte de la sociedad desconfía de ésta tecnología, situación que ha sido aprovechada por sus detractores, para generar confusión y difundir incertidumbre entre la población, ya que al parecer la actitud de la población no se basa en hechos, sino en emociones y en información distorsionada, insuficiente e inadecuada.

Para conseguir la aceptación de la incineración de residuos sólidos por parte de la población en general, es necesaria la difusión de información objetiva y clara. Es importante mencionar que la incineración actual de los residuos sólidos, es completamente más segura y eficiente que la de hace una década (80's); situación que debe hacerse conocer ampliamente entre la ciudadanía para tratar de cambiar la equivocada percepción que prevalece actualmente a nivel mundial.

III.- BASES TECNICAS. INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO.

- A) DESCRIPCION Y CLASIFICACION GENERAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.
- B) EL PROCESO DE INCINERACION COMO ELIMINADOR DE RESIDUOS SOLIDOS.
- C) INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE INCINERACION.



### III.- BASES TECNICAS. INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO.

#### A) DESCRIPCION Y CLASIFICACION GENERAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Se considera basura todo objeto que es inmundicia, especialmente lo que se recoge del suelo; lo que presupone un deseo de eliminarlo o destruirlo, ya que no se le atribuye ningún valor para conservarlo. La basura sugiere suciedad, tiene mal olor y provoca desagrado a la vista. El término de Residuos Sólidos es más apropiado. El diccionario de la Real Academia Española define Residuos como: "lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa, parte o porción que queda de una cosa". La palabra Sólido, es imprecisa, define al estado sólido como firme, macizo ó fuerte, y en el caso de los residuos, gran parte de los contaminantes líquidos y gaseosos son, en realidad, suspensiones de sólidos en esos medios. La decantación de los efluentes líquidos el desempolvado de las emanaciones gaseosas, convertirán el problema en uno de los de tratamiento de residuos sólidos.

Por otra parte, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (E.P.A.) y los fabricantes mundiales de equipos para el manejo, tratamiento y eliminación de residuos sólidos, han elaborado una Clasificación General de los Residuos Sólidos (TABLA IV. A), en la cual los residuos, según su tipo, reciben un número dependiendo de su descripción, lugar de procedencia, contenido de humedad, densidad, contenido de inertes (substancias que no se pueden quemar) y poder calorífico. También, algunos países, añaden a ésta clasificación, su rapidez promedio de generación de residuos.

Así, y de acuerdo con la clasificación general, tenemos que los residuos Tipo "0" (cero), se describen como una mezcla de desperdicios sumamente combustibles, tales como: papel, cartón, madera y basuras de la limpieza, provenientes de actividades comerciales e industriales. Puede llegar a contener hasta un 10% en peso de bolsas de plástico, papel de envoltura, papel laminado, cartón corrugado, estopas con aceite o grasa, virutas de hule o plástico y, textiles. Tienen un contenido de humedad máximo del 10%, así como una densidad que va desde 128.15 hasta 160.18 kilogramos por metro cúbico. Además tienen un contenido máximo de inertes del 5% en peso y un poder calorífico de 4,700 kilocalorías por kilogramo.

Los residuos Tipo "1", son una mezcla de desperdicios combustibles, como son: papel, cartón, trapo, virutas de madera, hojas y pasto, basuras de limpieza proveniente de actividades domésticas, comerciales, industriales y de oficinas. Contienen hasta un 20% de basuras propias de restaurantes, cafeterías y hoteles, pero una mínima cantidad de papel tratado (de envoltura, laminado, etc.), plástico y hule. Tienen un contenido de humedad máximo del 25%, y una densidad equivalente a la de los residuos Tipo "0" (cero). Poseen un contenido máximo de inertes del 8% en peso y un poder calorífico de 3,600 kilocalorías por kilogramo.

Los residuos Tipo "2", son una mezcla de desperdicios urbanos, consistente en partes iguales en peso de desperdicios Tipo "0" (cero) y "1", (50% de basura seca y 50% de basura húmeda, animal o vegetal). Estos residuos son comunes a casas habitación y edificios habitacionales. Tienen un contenido de humedad máximo del 50%, así como una densidad que va desde 240.28 hasta 320.37 kilogramos por metro cúbico. Tienen un contenido máximo de inertes del 7% en peso y un poder calorífico de 2,300 kilocalorías por kilogramo.

Los residuos Tipo "3", son desperdicios animal y vegetal, procedentes de restaurantes, cafeterías, hoteles, hospitales, mercados e instalaciones similares. Tienen un contenido de humedad máximo del 70% y una densidad que va desde 480.55 hasta 560.64 kilogramos por metro cúbico. Tienen un contenido máximo de inertes del 5% en peso y un poder calorífico de 1,250 kilocalorías por kilogramo.

Los residuos Tipo "4", se denominan "Desperdicio Patológico", y consiste de residuos humanos y de animales (cuerpos, órganos, desperdicios sólidos orgánicos y de curaciones), provenientes de instituciones médicas, hospitales, laboratorios, granjas y rastros. Tienen un contenido de humedad máximo del 85%, su densidad va desde 720.85 hasta 881.01 kilogramos por metro cúbico, un contenido máximo de inertes del 5% y un poder calorífico de 600 kilocalorías por kilogramo.

Los residuos Tipo "5", son productos líquidos o semilíquidos, como alquitranes, lodos, pinturas, asfaltos, etc., provenientes de procesos industriales. El contenido de humedad, la densidad, el contenido de inertes y el poder calorífico de éstos residuos es variable y requieren de un estudio específico. Finalmente, los residuos Tipo "6", son productos sólidos, como hules, plásticos, sustancias químicas, etc. provenientes de desperdicios industriales. Al igual que los residuos Tipo "5", el cálculo de sus características requieren de un estudio específico.

Así mismo, la TABLA IV.A, nos muestra un resumen de los tipos de residuos y sus características ya mencionadas.

En la ciudad de México, la rapidez de generación de los residuos sólidos Tipo "0", "1", "2" y "3", según estudios del Departamento del Distrito Federal, oscila entre 0.5 y 1.0 kilogramos por día, por persona. En cambio la de los residuos Tipo "4", oscila entre 1.0 y 2.0 kilogramos por día, por persona, de éstos, los residuos sólidos hospitalarios que son biológico-infecciosos (los que representan peligro a la salud humana), se generan a razón de 0.3 a 1.0 kilogramos por cama por día.

Los datos de rapidez de generación varían de un país, con respecto a otro, dependiendo de sus desarrollos tecnológicos, sociales ó culturales; para determinar la rapidez de generación de residuos sólidos, existen empresas o instituciones que se dedican a realizar encuestas y estudios completos al respecto, tal es el caso de la Dirección General de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal, la cual es la responsable de hacer estudios de cuantificación de los residuos sólidos de la ciudad de México.

Los residuos sólidos, según su tipo y características, deben recibir un tratamiento específico, tanto en su recolección, como en su almacenamiento, manejo y eliminación.

**TABLA IV. A. CLASIFICACION GENERAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.**

RAPIDEZ DE GENERACION ( EN MEXICO, D.F. SEGUN D.D.F.- D.G.S.U., 1989 ):

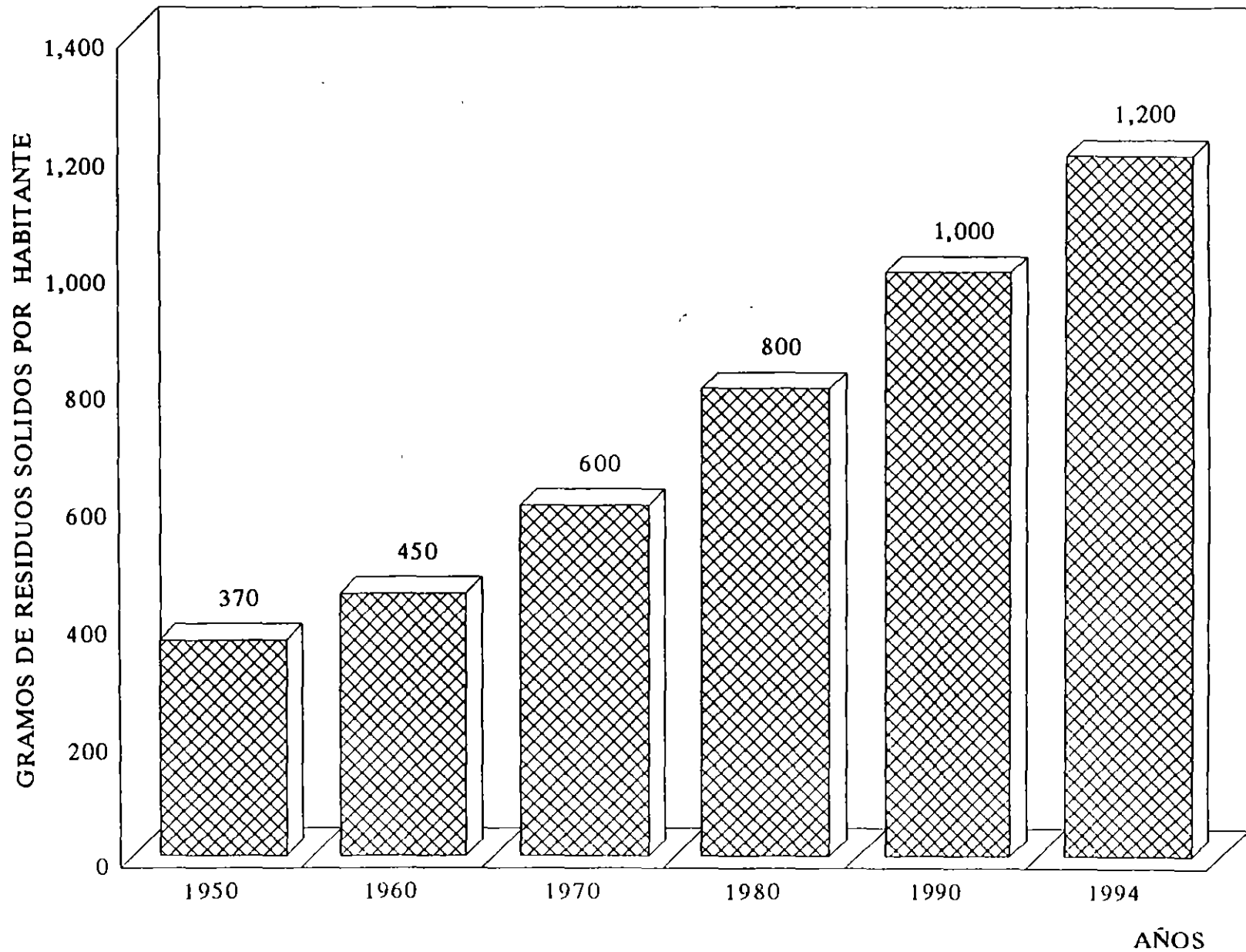
• DOMICILIARIA: 0.5 - 1.0 Kg/Día-Persona.

• HOSPITALARIA: 1.0 - 2.0 Kg/Día-Persona.

• BIOLÓGICO-INFECCIOSA: 0.3 - 1.0 Kg/Cama-Día.

<u>TIPO:</u>	<u>DESCRIPCION:</u>	<u>CONTENIDO DE HUMEDAD:</u>	<u>DENSIDAD KG/M<sup>3</sup></u>	<u>CONTENIDO DE INERTES:</u>	<u>PODER CALORIFICO KCAL/KG</u>
0	MEZCLA DE DESPERDICIOS SUMAMENTE COMBUSTIBLES: PAPEL, CARTON, CAJAS DE MADERA, BASURA DE LA LIMPIEZA, PROVENIENTES DE ACTIVIDADES COMERCIALES E INDUSTRIALES. CONTIENE HASTA UN 10% EN PESO DE BOLSAS DE PLASTICO, PAPEL DE ENVOLTURA, PAPEL LAMINADO, CARTON CORRUGADO, ESTOPAS CON ACEITE O GRASA, VIRUTAS DE HULE O PLASTICO Y TEXTILES.	10%	128.15 A 160.18	5%	4,700
1	MEZCLA DE DESPERDICIOS COMBUSTIBLES: PAPEL, CARTON, TRAPO, VIRUTAS DE MADERA, HOJAS Y PASTO, BASURA DE LIMPIEZA PROVENIENTE DE ACTIVIDADES DOMESTICAS, DE OFICINA, COMERCIALES E INDUSTRIALES. CONTIENE HASTA UN 20% EN PESO DE BASURAS DE RESTAURANTES, CAFETERIAS, HOTELES, PERO CASI NADA DE PAPEL TRATADO (DE ENVOLTURA, LAMINADO, ETC.), PLASTICO O HULE.	25%	128.15 A 160.18	8%	3,600
2	MEZCLA DE DESPERDICIOS URBANOS, CONSISTENTE EN PARTES IGUALES EN PESO DE DESPERDICIOS TIPO 0 Y 1 (50% BASURA SECA Y 50% BASURA ANIMAL Y VEGETAL), COMUN A CASAS HABITACION Y EDIFICIOS HABITACIONALES.	50%	240.28 A 320.37	7%	2,300
3	DESPERDICIOS ANIMAL Y VEGETAL PROCEDENTES DE RESTAURANTES, CAFETERIAS, HOTELES, HOSPITALES, MERCADOS E INSTALACIONES SIMILARES	70%	480.55 A 560.64	5%	1,250
4	DESPERDICIO PATOLOGICO CONSISTENTE EN RESIDUOS HUMANOS Y ANIMALES (CUERPOS, ORGANOS, DESPERDICIOS SOLIDOS ORGANICOS), PROVENIENTES DE INSTITUCIONES MEDICAS, HOSPITALES, LABORATORIOS, GRANJAS, RASTROS.	85%	720.85 A 881.01	5%	600
5	PRODUCTOS LIQUIDOS O SEMI-LIQUIDOS COMO ALQUITRANES, LODOS, PINTURAS, ASFALTOS, PROVENIENTES DE PROCESOS INDUSTRIALES.	--- VARIABLE. SE REQUIERE DE UN ESTUDIO ESPECIFICO ---			
6	PRODUCTOS SOLIDOS, HULES PLASTICOS, SUSTANCIAS QUIMICAS, MADERA ETC, PROVENIENTES DE DESPERDICIOS INDUSTRIALES	--- VARIABLE. SE REQUIERE DE UN ESTUDIO ESPECIFICO ---			

TABLA IV.B RAPIDEZ DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN MEXICO, D.F.



## B) EL PROCESO DE INCINERACION COMO ELIMINADOR DE RESIDUOS SOLIDOS.

Como ya se dijo en la Introducción, la incineración es el proceso por el cual se reducen la masa y el volumen de un cuerpo combustible, generalmente de desecho, hasta convertirlo en cenizas, mediante la acción directa del fuego (descomposición térmica), el cual lo oxida y degrada. Este proceso debe realizarse en lugares controlados y expresamente destinados para ello, sin que se presenten daños al ambiente o a la salud. El lugar donde se lleva a cabo dicho proceso controlado se denomina Incinerador.

El proceso de incineración de los residuos sólidos es mucho más complicado que prender fuego a un montón de basura, y se le ha utilizado para eliminar desechos combustibles provenientes de la industria, el comercio y de actividades dedicadas al cuidado de la salud pública.

Así mismo existe un proceso especial de incineración, consistente en la reducción a cenizas de los cadáveres humanos o de animales, así como la eliminación de residuos biológicos sólidos con altos contenidos de humedad, llamados Patológicos, y que son producto de cirugías, autopsias, amputaciones, curaciones, etc., provenientes de centros dedicados al cuidado de la salud humana; éstos desechos también pueden provenir de locales sanitarios de crianza y sacrificio de animales, cuya carne u otros productos estén destinados para el consumo humano. A éste proceso especial de incineración se le denomina Cremación, y se realiza en Crematorios.

Un incinerador de residuos, es una instalación o aparato, casi siempre cerrado, destinado a la conversión a cenizas de los residuos sólidos. Por lo general tienen una cámara cuyas medidas pueden variar mucho en su anchura y longitud, pero muy poco en su altura. Sus techos se elaboran de forma plana, y tienen un sistema de inyección de aire continuo por tiro natural, mediante un frustró cono, ubicado en los costados del equipo, con el fin de enriquecer con oxígeno, el aire de la cámara de combustión. Pueden o no tener cámara de postcombustión; la combustión de los residuos es prácticamente inmediata, dado que son residuos con un alto poder calorífico y sumamente inflamables.

Existen varios tipos de incineración, utilizados para la eliminación de los residuos sólidos:

- Incineración a Cielo Abierto.

Es la simple incineración de los residuos a la intemperie, al contacto con una flama. No se tiene control absoluto sobre ésta forma de incinerar.

- Incineración en Cámara Sencilla.

Es la incineración dentro de una instalación o aparato, que solo cuenta con una cámara de combustión, y la salida inmediata de los gases de combustión a la atmósfera. En éste tipo de incineración, ya se dispone de un control en la combustión.

- Incineración con Cámara Múltiple.

La cámara de combustión tiene además otra cámara de postcombustión, donde habrán de quemarse los gases de combustión, antes de salir a la atmósfera.

- Incineración con Hogueras Múltiples.

En este tipo de incineración, la incidencia de las flamas sobre los residuos, se hace mediante varios quemadores de combustible; puede ser de una o varias cámaras.

- Incineración con Cámara de Lecho Fluidizado.

Los incineradores de éste tipo tienen dentro de su cámara principal de combustión, un lecho permanente de materiales incandescentes, que facilitan la combustión de los residuos por simple contacto superficial, aunado a la función de los quemadores.

- Incineración con Quemador Catalítico.

En este tipo de incineración, uno de los quemadores esprea una solución catalítica que al contacto con los residuos incrementa su combustión.

- Incineración con Quemador de Líquidos.

De manera análoga al anterior, uno de los quemadores, realiza la combustión de una mezcla de residuos líquidos y combustible líquido de alto poder calorífico.

- Incineración en Horno Rotatorio.

La incineración tiene lugar en una cámara de combustión que rota, permitiendo que la incidencia de las flamas alcance todos los extremos de los residuos.

- Incineración con Aire Controlado.

Este proceso de incineración inyecta, por tiro forzado, una ráfaga de aire ú oxígeno puro, al interior de la cámara de combustión, facilitando la combustión por la acción del comburente.

Los crematorios son las instalaciones o aparatos encargados de realizar la incineración de los cadáveres, o desechos con alto contenido de humedad. Las características principales de éstos equipos son: Tienen tamaños muy grandes, por lo general en su altura; casi siempre tienen una cámara de combustión bastante grande, y otra de postcombustión de menor tamaño. Sus techos son construidos en forma de bóveda. La destrucción de los residuos se realiza de forma paulatina, primeramente deshidratando a los residuos, para que una vez secos, la incidencia directa de las flamas permita su conversión a cenizas. El suministro de aire ú oxígeno se realiza por tiro forzado, mediante un soplador o un compresor, y de manera intermitente. Los equipos, pese a ser de grandes tamaños, solo permiten capacidades pequeñas de residuos, pues el vapor de agua de los residuos al deshidratarse, ocupa un amplio volumen dentro del equipo.

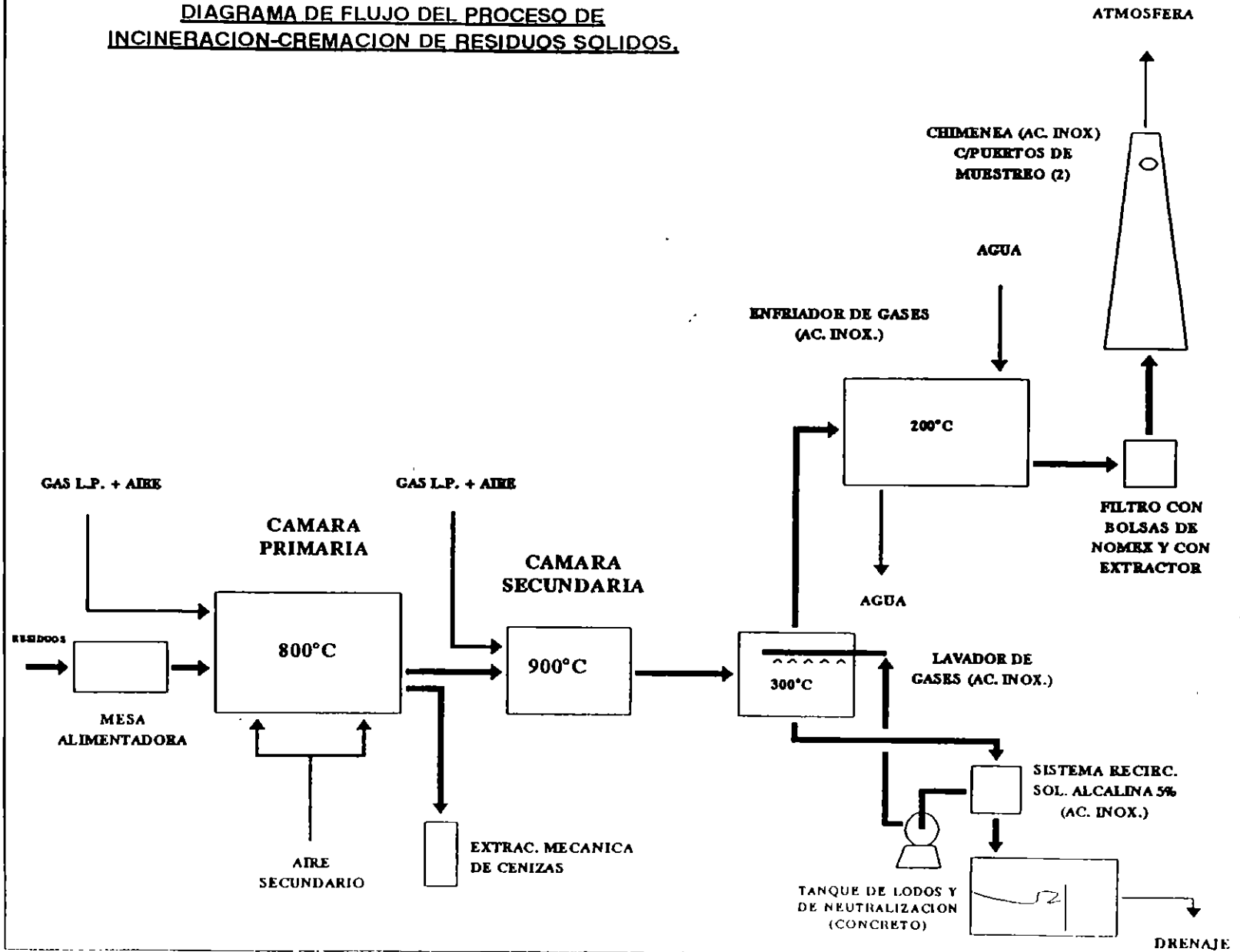
Desde un punto de vista tecnológico, la incineración ofrece varias ventajas en comparación de otros métodos de tratamiento de residuos sólidos. Más aún, es el único método capaz de eliminar el volumen y el peso del material combustible o incinerable hasta en un 96%, convirtiéndolo en materiales inertes como son las cenizas, las cuales pueden ser dispuestas, previo análisis, en rellenos sanitarios.



Muchas de las grandes instalaciones de tratamiento de aguas industriales y municipales, incineran los lodos orgánicos que se emplean en los digestores y que han perdido su actividad, a fin de reducir el volumen y el peso de los lodos y obtener un residuo inerte e inodoro para su eliminación final.

En México, el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal (expedido en 1941 por el Departamento del Distrito Federal y aún vigente) señala que los residuos sólidos hospitalarios, compuestos principalmente por envases de medicamentos, medicamentos ya caducos, sábanas, toallas, vendas, catéteres, jeringas, pañales y gasas de curación, así como partes de cuerpos humanos, resultado de cirugías y amputaciones, deben de ser incinerados y transportados de manera especial. La mayoría de los grandes hospitales cumplen con lo establecido por el reglamento, sin embargo, existen algunos que hacen caso omiso al reglamento, y envían sus residuos sin control alguno, a tiraderos clandestinos o a los rellenos sanitarios.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE  
INCINERACION-CREMACION DE RESIDUOS SOLIDOS.**



C) INGENIERIA, CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE INCINERACION.

Los equipos de incineración, de cualquier tipo de residuos, deben de cumplir una serie de especificaciones tanto nacionales como internacionales, desde su ingeniería y construcción, hasta su arranque, operación y mantenimiento. La fabricación y puesta en marcha de un incinerador, no es un proceso sencillo como pareciera ser; es un proceso complejo que debe ser supervisado en cada una de sus etapas, tanto por el diseñador y constructor, como por el operador.

El proceso de construcción de un incinerador, parte desde el momento en que surge la necesidad de eliminar completamente a los residuos mediante el proceso de termodestrucción, ya que no son posibles de eliminar mediante confinamiento o disposición en rellenos sanitarios, dado que su presencia representa un peligro para la salud humana o al ambiente, o bien, porque el generador de los residuos así lo ha dispuesto. El tipo de equipo, incinerador o crematorio, será construido en función de los tipos de residuos que se generen, según la clasificación general de residuos; así mismo, su tamaño estará determinado por la cantidad de residuos que se pretendan destruir por medio del incinerador. El lugar donde habrá de instalarse el equipo de incineración, será proporcionado por el generador o destructor de residuos, previa solicitud ante las autoridades correspondientes, para la operación del mismo.

Desde el momento en que se solicita la construcción de un incinerador de residuos o un horno crematorio, tanto el fabricante del equipo, como el generador o destructor de los residuos, deberán trabajar de manera conjunta intercambiando información acerca del manejo de los residuos dentro de las instalaciones del generador o destructor de residuos, así como de los compromisos que implican el incinerar residuos dentro de las instalaciones del generador o destructor, y de los servicios que habrá de requerir el equipo de incineración. El generador o destructor de residuos, proporcionará al fabricante los servicios que el equipo de incineración requiera (Instalaciones o construcciones civiles, agua, electricidad, drenaje, combustible y alumbrado).

Una vez acordado el tipo y tamaño de equipo de incineración, se inicia la construcción del mismo. Cabe aclarar que los equipos de incineración se fabrican sobre pedido, según las necesidades del cliente.

A continuación se menciona el proceso de construcción de equipos de incineración, según información proporcionada por Incineradora de Residuos Sólidos, S.A. de C.V. (INRESOL), la cual es la empresa de vanguardia en construcción de equipos de incineración en México:

Primeramente, se construye una base metálica, cuyas dimensiones serán según el tamaño de equipo seleccionado, y es en donde habrá de asentarse el mayor peso del equipo. Esta base está elaborada con placa metálica de acero al carbón de 1/4 de pulgada de espesor, la cual debe satisfacer el código ASME (American Society of Mechanical Engineers), en materia de resistencia a esfuerzos, y de resistencia a elevadas temperaturas; así mismo, la base es reforzada con canal estructural de acero de 4 pulgadas de ancho y de 1/4 de pulgada de espesor, y con ángulos estructurales de acero de lados iguales de 4 pulgadas y 1/4 de pulgada de espesor. Estos perfiles estructurales, cumplen los códigos establecidos por el AISC (American Institute of Steel Construction). Las uniones metálicas de la base, son soldadas con uniones de soldadura tipo cordón, para acero al carbón Marca INFRA Tipo 13-VD No. E-6013 o Tipo 10-S No. E-6010, según los códigos de la AWS (American Welding Society). Una vez que se han soldado todas las piezas integrantes de la base, se procede a recubrirla con dos capas de Primer Automotivo-Anticorrosivo, Gris de Piroxilina, Marca Sherwin Williams Paints; posteriormente la base recubierta con Primer, es pintada con dos capas de Esmalte Industrial, Gris Plata Amartillado, Marca Sherwin Williams Paints.

Simultáneamente a la construcción de la base del equipo, se van armando los envolventes metálicos de los incineradores, según el modelo y tamaño a que corresponda; dichos envolventes sirven de paredes exteriores de los equipos, y se elaboran de Lámina Negra de Fierro Comercial de Calibre 12, que debe de cumplir con los códigos ASME, en materia de resistencia a elevadas temperaturas. Las láminas están dobladas de sus lados 5 cm. formando unas asas que son perforadas, para unir las entre sí, con Tornillos y Tuercas Estándar de acero de 3/8 de pulgada de grosor, que cumplen los códigos ASTM (American Society for Testing Materials) A-261 y A-354. Las paredes de lámina una vez ubicadas en su posición final, son reforzadas y terminadas en los marcos, con ángulo estructural de 4 pulgadas, soldados a la base. Las láminas envolventes fijadas a la base, son horadadas con soplete de mezcla Oxígeno/Acetileno, INFRA, para dejar los espacios donde habrán de ubicarse las puertas de carga o de extracción de cenizas.

Una vez concluidos los trabajos de armado del envolvente de lámina, así como la ubicación de los sitios para las puertas, se procede ahora a rellenar el interior del equipo con materiales refractarios.

Los materiales refractarios, son los que permiten que se lleve a cabo la termodestrucción de los residuos sólidos, pues son los que reciben los residuos y guardan el calor, proveniente de los quemadores, y que hacen que los residuos se quemen con mayor facilidad. Al igual que si se construyera una casa de concreto, se construye el interior de un incinerador; se construyen las paredes de tabiques refractarios marca Empire-M, elaborados por Refractarios Mexicanos, S.A. de C.V., de Alta Calidad y composición de 38% de alúmina y 55% de sílice, resistente a la degradación y ataque químico. Este tabique refractario, cumple con el código ASTM-C-16, 20, 24, 57, 113, 122 y 133, para materiales refractarios. Las temperaturas máximas que puede soportar sin presentar cambios, son del orden de 1700 a 1745 grados centígrados; cabe hacer mención en que todos los materiales refractarios del país son fabricados por la empresa Refractarios Mexicanos, S.A. de C.V.

Los tabiques refractarios son pegados entre sí, utilizando mortero refractario marca Sairset-M, de Calidad Superior y composición de 39% de alúmina y 52% de sílice, tipo húmedo, de fraguado al aire y capaz de soportar temperaturas del orden de 1650 a 1700 grados centígrados. Este mortero cumple con el código ASTM-C-199, en materia de refractabilidad.

Con los materiales anteriormente citados, se habrán de elaborar las cámaras de combustión y postcombustión (Primaria y Secundaria), del equipo de incineración. Cabe hacer mención en que, a 6 columnas y 4 hileras de ladrillos pegados, se intercalan juntas de dilatación, de material aislante, marca Cerafel, de 5/64 de pulgada, adheridas a los tabiques con arcilla refractaria seca, de fraguado en caliente y con una composición de 41% de alúmina y 48% de sílice. También, entre la cara exterior de las paredes de tabique refractario y la cubierta envolvente de lámina, se coloca una colchoneta de fibra cerámica marca Inswool, de 1 pulgada de espesor y una densidad de 8 libras por pie cúbico, la cual sirve de aislamiento entre las cámaras de combustión y la cubierta envolvente de lámina. Con esta fibra cerámica, lo que se pretende es evitar que las paredes metálicas exteriores, se calienten excesivamente, dado que el código ASME para láminas negras de Fierro, establece que éstas no deben exponerse a choques térmicos constantes; además de que se previene con ello el riesgo de una quemadura por contacto con el envolvente metálico del equipo.

El piso del incinerador o fondo del hogar, así como el techo exterior del equipo están contruidos con Concreto Refractario de Alta Alúmina, marca Mizzou, compuesto por 60% de Alúmina y 30% de Sílice, muy resistente a los cambios bruscos de temperatura, y capaz de soportar temperaturas del orden de 1650 a 1700 grados centígrados. Este concreto a su vez, se utiliza para elaborar los soportes de tabiques refractarios, la mesa de destrucción de residuos en los crematorios, los marcos internos de las puertas de carga y cenizas, así como las tapas interiores de las puertas. Este concreto refractario, cumple con el código ASTM-C-113 y ASTM-C-133, en materia de concentración y resistencia de materiales refractarios.

Simultáneamente al montaje de los materiales refractarios, se van construyendo por otra parte, la Tina Interior para lavado de los gases de combustión, la cual está elaborada en lámina de Acero Inoxidable AISI-304 (American International Steel Institute), calibre 12, de forma rectangular y con una profundidad máxima de 0.20 m., revestida de concreto refractario marca Mizzou. Así mismo, ésta tina está provista con conexiones de Acero Inoxidable, para permitir el paso de los efluentes del lavado de gases. Todo el sistema de tuberías de inoxidable, así como las láminas, se sueldan con soldadura INFRA Tipo Arc-Weld I y IL, AWS: E-308-16 y E-308L-16.

De manera análoga, se construyen las puertas de los equipos de incineración, las cuales son de Lámina Negra de Fierro Comercial, calibre 12, y revestidas de concreto refractario marca Mizzou. La puerta de carga es de tipo guillotina, provista de poleas comerciales de acero, incorporadas al envolvente metálico del equipo, y cable de acero comercial de 1/4 de pulgada de grosor, con capacidad de resistencia de 100 kg/m. La puerta de limpieza de la tina interior y las dos puertas de extracción de cenizas son abatibles, abizagradas de un lado y con pasador manija en el otro. El marco de las puertas, soldado al envolvente, es de ángulo estructural de lados iguales de 4 pulgadas, y espesor de 1/4 de pulgada, según los códigos AISC. Por último, con éste concreto, se construyen las piezas que conforman la mesa horadada de los crematorios, o bien las piezas del techo exterior de los pequeños incineradores de basuras, moldeándolas exteriormente, e incorporándolas al interior del equipo de incineración, una vez que este ha sido armado.

Concluidas las paredes, el piso, y los accesorios refractarios del equipo de incineración, se construye el techo de la cámara principal de combustión, utilizando Tabique Refractario Tipo Dovela de Canto para los crematorios, o bien Dovela de Punta para los incineradores de gran tamaño.

El Tabique Refractario Tipo Dovela, es de la marca Empire M, de alta resistencia al ataque con productos químicos; con ellos se arma el techo, a manera de arco, hasta completar una bóveda, la cual permitirá la expansión de los gases o vapor de agua, con el fin de que estos no se acumulen.

Finalmente, se construye la cámara de expansión de gases, a la salida del sistema de lavado de gases provenientes de la cámara secundaria en donde han sido quemados los gases de combustión de la cámara primaria. La cámara de expansión tiene como objeto, expandir los gases para enfriarlos ligeramente, antes de su salida por la chimenea. Esta cámara se construye con Tabique Aislante marca T-23, compuesto de 34% de Alúmina y 49% de Sílice, capaz de soportar temperaturas de hasta 1300 grados Centígrados, y se adhieren entre sí, de canto para ofrecer un mayor espacio a los gases que han de salir. Los Tabiques Aislantes cumplen con el código ASTM-C-93, 134, 182 y 210, en materia de resistencia de materiales refractarios aislantes. Posteriormente, la Cámara es recubierta con Fibra Cerámica, y sellada con Lámina Negra de Fierro Comercial, calibre 12; así mismo, está reforzada con ángulo estructural de lados iguales de 1/4 de pulgada. Sobre la cámara de expansión de gases se asienta la chimenea de salida de los gases de combustión.

La chimenea es tubular, con diámetros que van desde 0.38 m., hasta 0.70 m., según el modelo de equipo de que se trate, de la misma forma las alturas varían, siendo la mínima de 3.66 m. y la máxima de 7.32 m., para incineradores de basuras; en cambio para los hornos crematorios, la altura promedio de las chimeneas es de 4.88 m., y el diámetro es de 0.50 m. Todas las chimeneas tienen gorro en el extremo superior, para proteger al equipo de la entrada de agua de lluvia por la chimenea. Están construidas totalmente de acero inoxidable AISI 304, calibre 16, capaz de soportar temperaturas de hasta 1000 grados centígrados. Las chimeneas están provistas con dos puertos de muestreo, colocados a 90 grados uno del otro, para la medición de las emisiones; tienen 3 pulgadas de diámetro, fabricados en fierro galvanizado comercial, y que cumplen los códigos ASME, para materiales de Fierro Galvanizado.

Otro uso que se le dá a las láminas de acero inoxidable, es la construcción del sistema de limpieza de gases y humos, que se utiliza para eliminar partículas sólidas que acompañan a los gases y humos que se producen en la combustión de los materiales, por medio de la recirculación de agua jabonosa espreada, en un tubo perforado localizado en el interior del incinerador.

El sistema se compone de un tanque exterior fabricado en lámina de acero inoxidable AISI 304, calibre 16, provisto con separadores interiores para coleccionar partículas sólidas, así como tubería, para la entrada y salida de agua al tanque. El agua del tanque se recircula al interior del incinerador, mediante una bomba centrífuga marca General, de 50 GPM, con motor de 1/2 HP. 120 Volts, 60 Hz. y 3600 rpm., marca Excell, con impulsor y carcasa de acero inoxidable AISI 316, con una altura máxima de trabajo de 18 m. y un gasto de 60 lts/min., con diámetros de succión de 1 1/4 de pulgada, y de descarga de 1 pulgada. La tubería de este sistema, es de acero inoxidable soldable, de diversos diámetros pero siempre de cédula 40, (ASTM A-312/ASME SA-312), con conexiones del mismo material y con válvulas manuales de globo ASTM A-105, también de acero inoxidable. La alimentación de agua al sistema de lavado de gases, se hace a través de tuberías comerciales de fierro galvanizado de 2 pulgadas de diámetro (ASTM-A63, GA 21).

Terminada la instalación hidráulica, se procede a la instalación de gas y electricidad. La instalación del gas se hace a través de tuberías de cobre tipo "L" (ASTM-B-81), con válvulas manuales para control de flujo y regulador de presión marca Fisher, para conectar al quemador. La corriente eléctrica se suministra en cableado de cobre calibre 12 y 14 para fuerza y control, respectivamente, según el código NEMA (National Electric Manufacturers Association); a su vez los cables son dispuestos en tubería conduit comercial de 1/2 pulgada y 3/4 de pulgada de diámetro, y distribuidos con condulets comerciales.

Las instalaciones anteriores dan paso a la colocación de los quemadores de gas, los cuales son tres, tipo "Cañón", modelo G-350, hechos por "Compañía Mexicana de Quemadores, S.A. de C.V.", equipados con tren de válvulas manuales y automáticas-solenoides, manómetro, transformador (120-6000 Volts) y electrodo de ignición, fotocelda detectora de flama en Ultravioleta, y ventilador integrado tipo "jaula de ardilla", con motor Siemens de 1/3 HP, 120 Volts, 3600, rpm.



De igual forma se coloca un soplador de aire, para enriquecer con oxígeno el interior del incinerador, marca ARMEE, tipo centrifugo, con motor eléctrico Siemens de 1/2 HP, para acoplamiento directo.

Los motores eléctricos de los quemadores y del soplador, son controlados mediante un tablero de control, anexo al incinerador, el cual está construido en lámina negra de Fierro calibre 12, conteniendo los siguientes instrumentos: Pirómetros digitales-controladores de temperatura marca Dwyer, arrancadores manuales marca Square-D con elemento térmico, controladores de flama de quemadores marca Honeywell, registrador múltiple de temperaturas marca Partlow, y un interruptor eléctrico general para dar energía eléctrica a los instrumentos del tablero de control. Todos los instrumentos del equipo cumplen con el código ANSI/ISA (American National Standard Institute/Instrument Society of América) Num.: S5, 1-1984. Adjunto a éste tablero de control se encuentra el tablero de control del extractor del sistema de filtros-bolsas, marca Square-D, para manejar corriente eléctrica de 240 Volts y 3 fases.

El sistema de filtros bolsas, marca ARMEE, está conformado por un gabinete que contiene una serie de filtros-bolsas, elaborados de Tela "Nomex", fabricada por Du Pont, capaz de soportar temperaturas hasta de 300 grados centigrados y de filtrar partículas de tamaño de un micrón. A este gabinete le hace succión un extractor centrifugo, con motor de 3/4 de H.P. y 3700 rpm, marca IEM, el cual envía los gases limpios a la atmósfera a través de una segunda chimenea cuadrada, hecha de lámina de fierro calibre 12, y provista de puertos de muestreos.

Por último, todo el envolvente metálico del incinerador y la caja del tablero de control se recubren con Primer Automotivo-Anticorrosivo, Gris, de Piroxilina, marca Sherwin Williams Paints, y posteriormente se pinta con esmalte color Plata Amartillado, de la misma marca que el Primer Automotivo.

Los consumos promedio de servicios de los incineradores, son los siguientes:

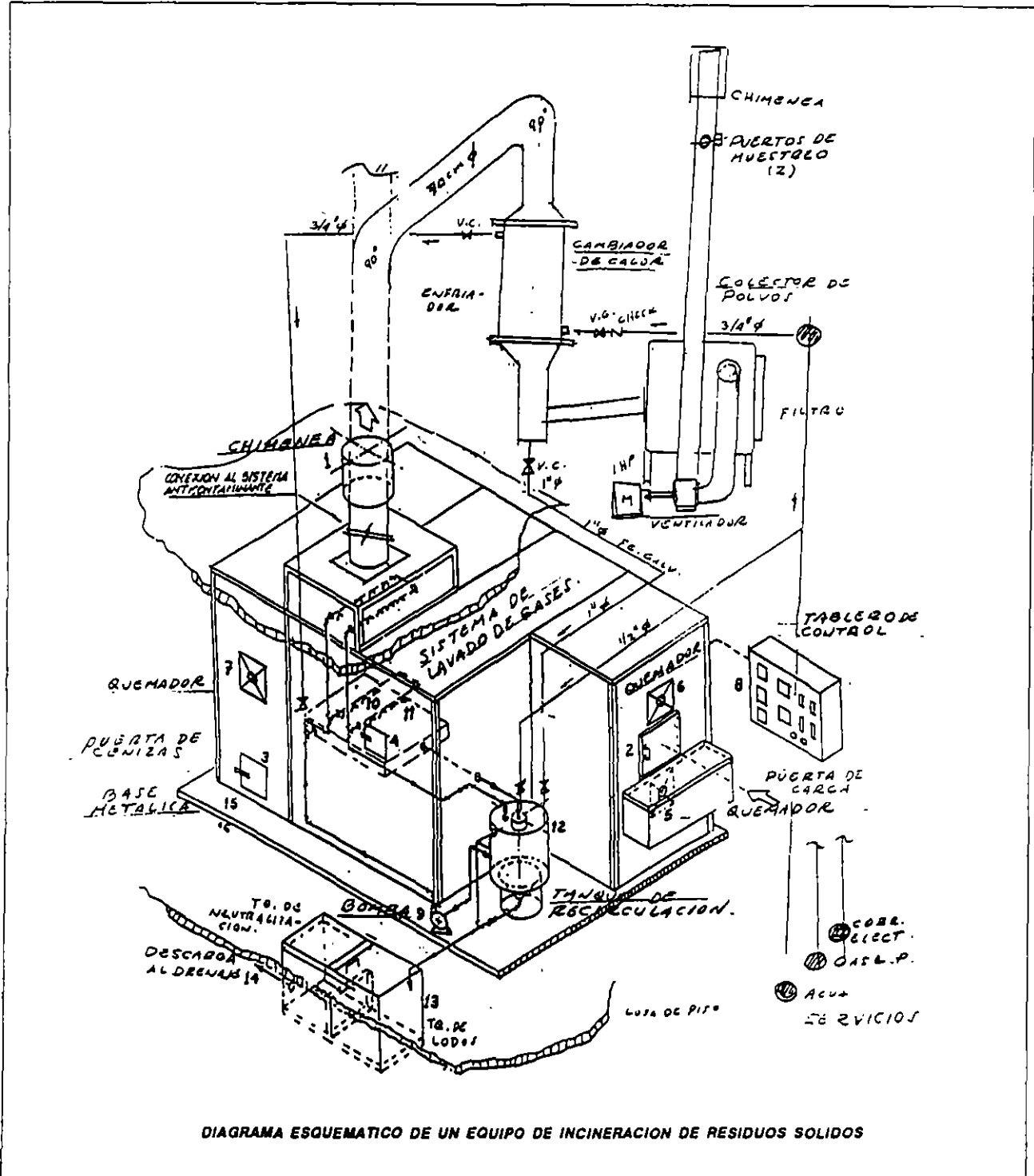
Agua: 600 L/hr., a una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup>. (42.67 lb/in<sup>2</sup>), (Manométrica).

Gas: 40.0 Kg/hr., a una presión de 2 Kg/cm<sup>2</sup>. (28.45 lb/in<sup>2</sup>), (Manométrica).

Corriente Eléctrica: 120 Volts, 60 Ciclos/seg., 1 Fase,  
3 KW de Potencia.  
220 Volts, 60 Ciclos/seg.,  
3 Fases, 0.75 KW de Potencia.

Una vez ensambladas e integradas las piezas del incinerador, éste se instala en el sitio deseado, y se conectan los servicios requeridos para su correcto funcionamiento, que permita disponer de una tecnología ambientalmente sana.

A continuación se presenta un diagrama de diseño de un incinerador:



Los equipos de incineración de residuos sólidos orgánicos y hospitalarios, están provistos con mesas neumáticas de alimentación de residuos, así como sistemas de lavado y enfriamiento de gases, así como sistemas anticontaminantes de emisiones a la atmósfera a base de colectores de polvos de alta eficiencia; éstos colectores utilizan filtros-bolsas que tienen una eficiencia de colección del 99.99% en peso, aún en concentraciones altas de partículas abajo de un micrón.

Los equipos de incineración cumplen técnica y ambientalmente con las regulaciones establecidas a la fecha, en materia de incineración de residuos sólidos, además, para la destrucción de gérmenes y microorganismos patógenos, en la cámara primaria de combustión se proporcionan de 800 a 900 grados centígrados de temperatura, y de 1000 a 1200 grados centígrados en la cámara secundaria. Para la reducción, en las emisiones, de sustancias contaminantes, se cuenta con un sistema de lavado de gases y humos, por medio de la recirculación de solución alcalina al 5%, en un sistema de tuberías localizado a la salida de los gases hacia la chimenea.

Además, los lodos que se forman en el sistema de lavado de gases y humos son retenidos y separados en un tanque de acero inoxidable que sirve para asentar los lodos y las partículas sólidas. Este tanque derrama las aguas de lavado hacia otro tanque de asentamiento, fabricado en mampostería, de donde pasan después hacia un tanque de neutralización, también de mampostería donde se dosifica ácido clorhídrico que neutraliza el carácter alcalino de las aguas, que finalmente llegan a una pequeña planta paquete de tratamiento de aguas residuales, que las limpia antes de su descarga definitiva al drenaje.

Una vez concluida la incineración, y la total conversión de los residuos a cenizas, éstas son removidas del interior del incinerador con un sistema de extracción neumático-mecánico y las cenizas que quedan en lugares difíciles de alcanzar, se remueven con palas, bieldos y rastrillos, para posteriormente ser extraídas con el extractor. Las cenizas son depositadas en tambores metálicos comerciales de 200 litros de capacidad. Una vez que se han llenado los tambores, se tapan herméticamente y se confinan en una parte de la planta expresamente destinada para ello, posteriormente, los tambores con cenizas son muestreados, a través de un orificio en las tapas, y analizados para determinar su contenido. Se informa a las autoridades correspondientes y se envían, herméticamente sellados, a un relleno sanitario para su confinamiento.

Con el fin de cuidar la salud humana y el medio ambiente, la planta de incineración, realiza cada seis meses, a través de compañías especializadas, evaluaciones de emisiones a la atmósfera y de tratamientos de aguas residuales, para corregir las descalibraciones que se pudieran presentar en los equipos y que generarían contaminantes. También, cuenta con planes de contingencias y seguridad, en el caso de que ocurriera algún percance.

Un resumen del funcionamiento de una planta de incineración, puede visualizarse a través del diagrama esquemático presentado en el CUADRO III.C siguiente:

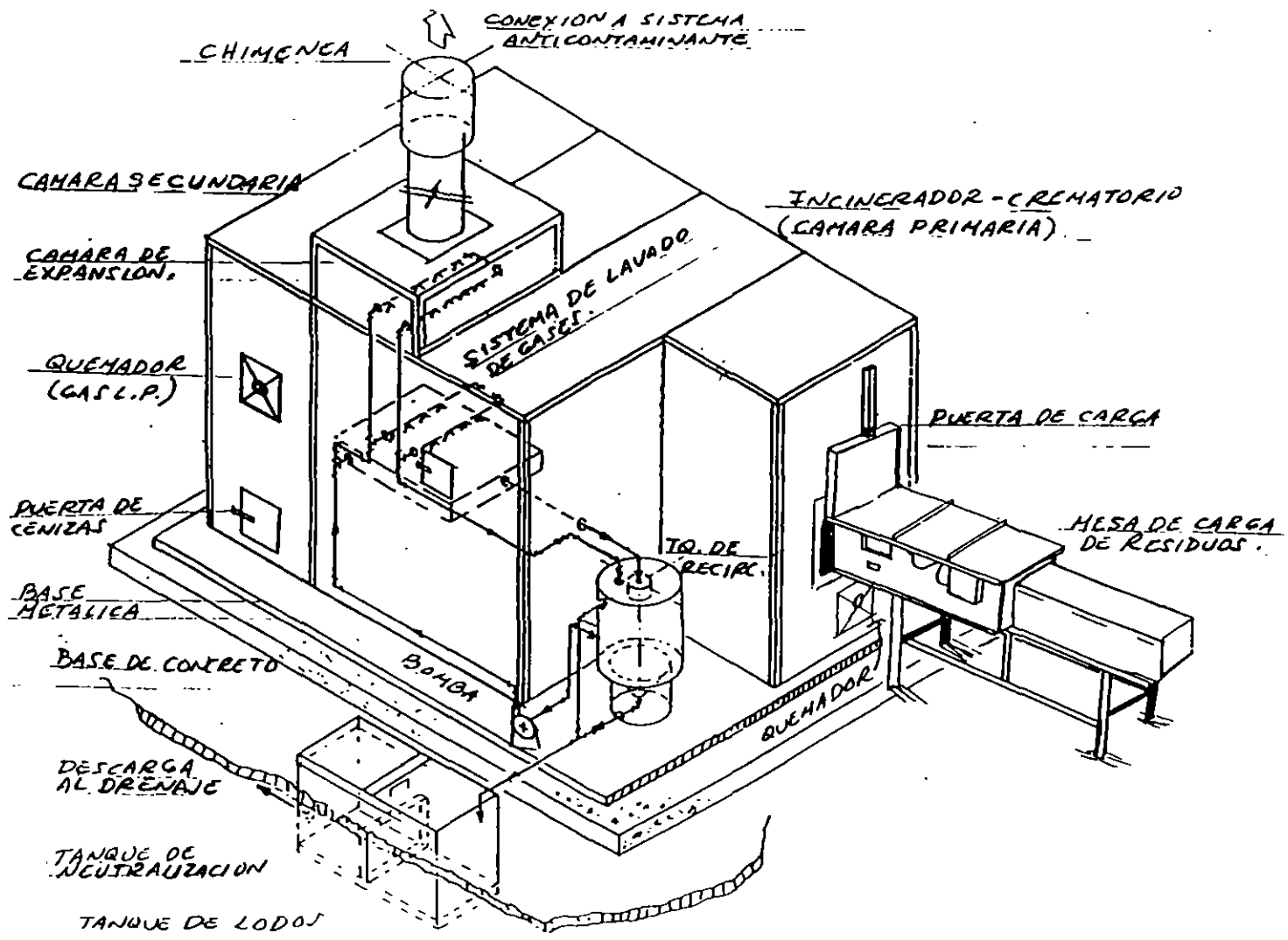


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN EQUIPO DE INCINERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

V.- ANEXOS.

TABLA 1: CLASIFICACION DE RESIDUOS INFECCIOSOS Y PELIGROSOS EN HOSPITALES.

TABLA 2: INCINERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS. STANDARDS EPA-USA.

TABLA 3: GENERACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS POR TIPO DE UNIDAD. CD. DE MEXICO, D.F.

TABLA 4: COSTOS DE OPERACION INCINERADORES.

CROQUIS 1: ARREGLO DE CASSETAS PARA INCINERADORES.

CROQUIS 2: ARREGLO GENERAL DE INCINERADORES.

TABLA 1

CLASIFICACION DE RESIDUOS INFECCIOSOS Y PELIGROSOS

	CATEGORIA DE RESIDUOS	EJEMPLOS *
I N F E C C I O S	Residuos de aislamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se refieren a centros para el control de enfermedades (CDC), Directorio para Precauciones de Aislamiento en Hospitales, Julio de 1963.</li> </ul>
	Cultivos y cepas de agentes infecciosos y biológicos asociados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especímenes de laboratorios médicos y patológicos.</li> <li>• Cultivos y cepas de agentes infecciosos de laboratorios clínicos, de investigación e industriales; cajas de cultivo y dispositivos utilizados para trasladar, inocular y mezclar cultivos.</li> <li>• Desechos de productos biológicos.</li> <li>• Vacunas desechadas vivas y caducadas.</li> </ul>
	Sangre humana y productos de sangre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de sangre, suero, plasma y productos de sangre.</li> </ul>
	Residuos patológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tejidos, órganos, partes corporales, sangre, fluidos removidos durante las cirugías, autopsia y biopsia.</li> </ul>
	Punzocortantes contaminados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agujas hipodérmicas contaminadas, jeringas, escalpelos, pipetas y vidrio roto.</li> </ul>
P E L I G R O S O S	Esqueletos de animales contaminados, partes corporales y lechos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esqueletos de animales contaminados, partes corporales y lechos de animales que estuvieron intencionalmente expuestos a patógenos.</li> </ul>
	Residuos tóxicos, corrosivos, inflamables, explosivos y reactivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales de plata, productos químicos utilizados para operaciones, reactivos químicos, reactivos caducos, productos con metales pesados, solventes orgánicos, residuos de medicinas, medicamentos caducos, drogas antineoplásicas, aceites.</li> </ul>
	Radiactivos **	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frascos con residuos de diferentes medicamentos (radio-farmacéuticos, medios de contraste, etc.); jeringas, gasas, apósitos y algodón, contaminados con residuos de los anteriores medicamentos, residuos radiactivos (isótopos contaminantes), placas de rayos X, productos químicos caducos radiactivos.</li> </ul>

\* Estos materiales son ejemplos de desechos respaldados para cada categoría. Las categorías no se limitan a estos materiales.

\*\* Este tipo de residuo es manejado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas.

## RESIDUOS INFECCIOSOS MISCELANEOS

RESIDUOS INFECCIOSOS CONTAMINADOS MISCELANEOS	E J E M P L O S
Residuos de Cirugía y autopsias.	- Batas manchadas, torundas, ropas, tubos de tarjas, equipo de drenaje, apósitos y guantes quirúrgicos.
Residuos de laboratorio miscelaneos.	- Contenedores de especímenes, espatulas, estuches, guantes, batas de laboratorios y mandiles.
Residuos de la Unidad de Diálisis.	- Tubos, filtros, hojas desechables, toallas, guantes, filipinas y batas de laboratorio.
Equipo Contaminado	- Equipo usado en el cuidado del paciente, - laboratorios médicos, Investigación, de -- producción y prueba de ciertos farmacéuticos.





ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY UNITED STATES.  
401, M, St., SW. 20460, WASHINGTON, D.C., U.S.A.

FEDERAL REGISTER (NOV. 21 1991)

## INCINERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS.

### STANDARDS DE LA E.P.A.-U.S.A.

(1) Eficiencia de destrucción y eliminación de: 99.99%

Para cada uno de los principales constituyentes peligrosos, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$DRE = ((Win - Wout)/(Win)) \times 100\%$$

Win = masa alimentada de uno de los principales constituyentes peligrosos en la entrada de desechos al incinerador.

Wout = masa emitida del mismo constituyente peligroso presente en los gases de salida, antes de descargarse a la atmósfera.

Esto debe ser demostrado para cada constituyente peligroso, que sea más difícil de incinerar que el tetra, el penta y el hexa-clorodibenzo-p-dioxina y dibenzofuranos.

(2) Emisiones producidas en la chimenea:

• HCl:

- No mayores de 1.8 kg/hora (4 lbs/hr.) de HCl.

- 1% del HCl en los gases de chimenea antes de que entren a cualquier equipo de control de contaminación.

• HIDROCARBUROS:

- No mayores de 20 miligramos por m<sup>3</sup> standard, seco de gases.

• DIOXINAS Y FURANOS:

- No mayores a 30 nanogramos por m<sup>3</sup> standard, seco de gases.

- El límite máximo permisible de exposición diaria, del cuerpo humano es de 0.006 picogramos por Kilogramo de peso del cuerpo.

• MONOXIDO DE CARBONO:

- No mayores a 100 miligramos por m<sup>3</sup> standard, seco de gases.

(3) Emisiones de material particulado:

- No mayores de 180 miligramos por m<sup>3</sup> standard, seco de gases (0.08 granos por pie<sup>3</sup> standard seco), corregido, para la cantidad de oxígeno presente en los gases de chimenea, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Pc = Pm \times 14 / (21 - y)$$

Pc = Concentración corregida de material particulado

Pm = Concentración medida de material particulado.

y = Concentración medida de oxígeno en los gases de chimenea.

E.P.A., sugiere un exceso de oxígeno del 7%.

TABLA 3.

**INCINERADORA DE RESIDUOS SOLIDOS, S.A. DE C.V.  
 GENERACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS POR TIPO DE UNIDAD.  
 DATOS DE LA CD. DE MEXICO, D.F.**

<b>TIPO DE UNIDAD HOSPITALARIA:</b>	<b>GENERACION: KG/CAMA/DIA</b>	<b>PORCENTAJE DE RESIDUOS PELIGROSOS:</b>	<b>PORCENTAJE DE RESIDUOS NO PELIGROSOS:</b>
HOSPITALES GENERALES:	4,000	49%	51%
HOSPITALES DE ESPECIALIDADES:	3,500	57%	43%
CLINICA HOSPITAL TIPO T-1 (SANATORIOS CON LABORATORIOS)	3,600	45%	55%
CLINICA HOSPITAL TIPO T-2 (SANATORIOS DE RECUPERACION)	2,700	48%	48%
CLINICAS A Y B (CLINICAS MEDICAS EN GENERAL Y DE CURACION)	2,700	35%	65%

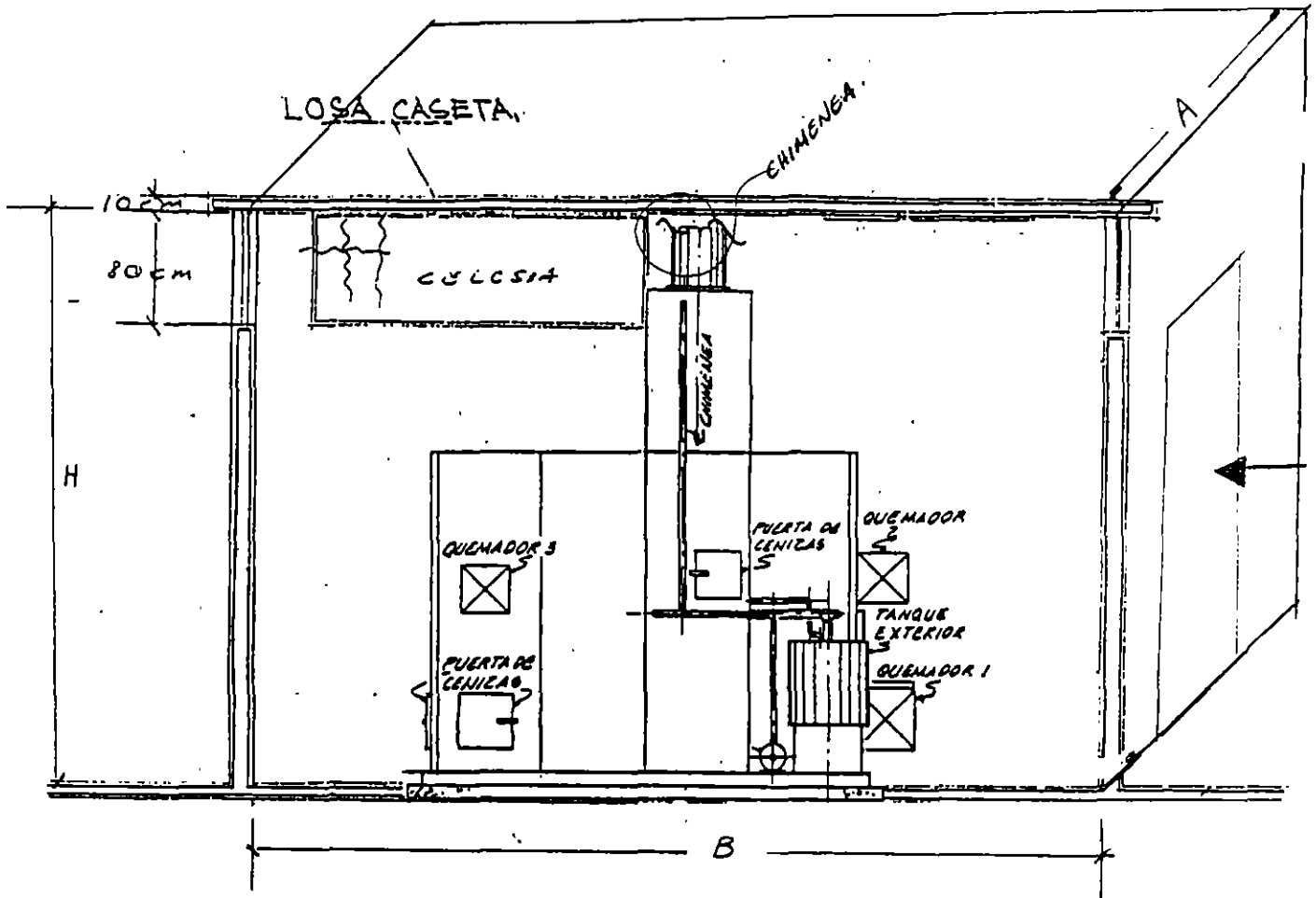
TABLA 4.

TABLA DE COSTOS DE OPERACION

COSTOS DE OPERACION/DIA	INCINERADORES (N\$ PESOS/DIA)							CREMATORIOS	
	INC-30	INC-60	INC-120	INC-160	INC-190	INC-350	INC-500	CR-45	CR-60
<b>MATERIALES:</b>									
.Sosa cáustica	10.00	10.00	10.00	12.00	12.00	15.00	15.00	15.00	15.00
.Jabón líquido	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.00
.Rastrillos	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
.Acido Clorhídrico	10.00	10.00	10.00	12.00	12.00	15.00	15.00	15.00	15.00
.Grasa, estopa	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>SUMA:</b>	<b>22.50</b>	<b>22.50</b>	<b>22.50</b>	<b>29.00</b>	<b>29.00</b>	<b>35.50</b>	<b>35.50</b>	<b>35.50</b>	<b>35.00</b>
<b>SERVICIOS:</b>									
.Agua	0.50	0.50	0.50	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
.Gas	6.00	8.00	8.00	12.00	12.00	15.00	15.00	15.00	15.00
.Corriente elect.	4.00	6.00	6.00	8.00	12.00	15.00	15.00	15.00	15.00
<b>SUMA:</b>	<b>10.50</b>	<b>14.50</b>	<b>14.50</b>	<b>20.80</b>	<b>24.80</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>
<b>PERSONAL:</b>									
.No. de Operadores	1	1	1	1	1	1	2	1	2
.Tiempo de operación (Hr)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
.Costo Directo de Mano de Obra	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	60.00	30.00	60.00
.Equipo de Protección y Seguridad Personal	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	10.00	5.00	10.00
<b>SUMA:</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>70.00</b>	<b>35.00</b>	<b>70.00</b>
<b>T O T A L :</b>	<b>68.00</b>	<b>72.00</b>	<b>72.00</b>	<b>84.80</b>	<b>88.80</b>	<b>101.50</b>	<b>136.50</b>	<b>101.50</b>	<b>136.50</b>

37

2



ARREGLOS DE CASETAS PARA INCINERADORES-CREMATORIOS.

PLANO No.: AG-001 REV.1

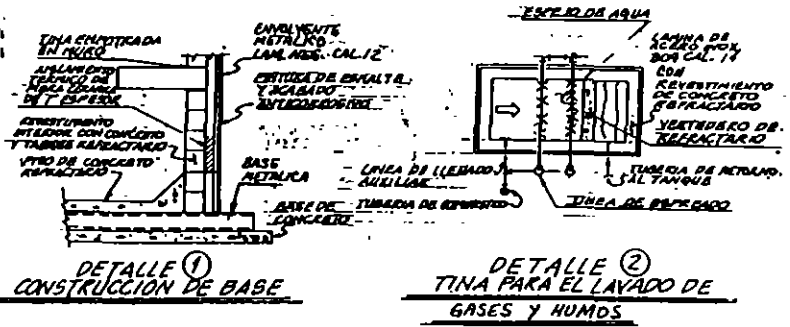
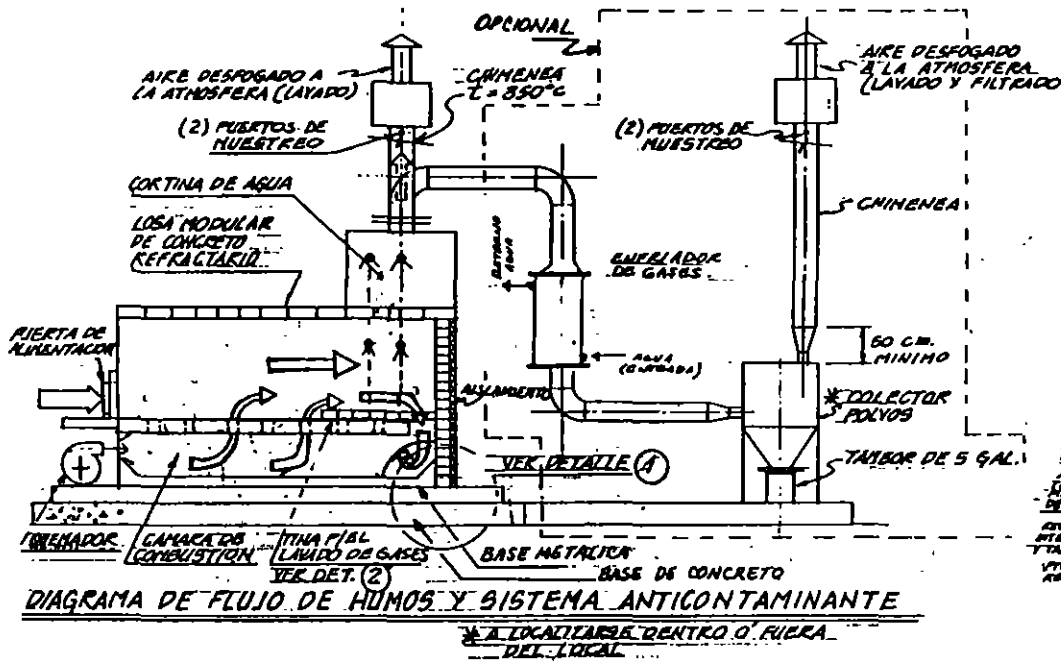
DIMENSIONES GENERALES (CENTIMETROS).

	MOD.CR-30 PAT	MOD.CR-45 PAT	MOD.CR-60 PAT.
ANCHO (A)	450	450	500
LARGO (B)	750	800	900
ALTO (H)	400	450	450

MATERIALES.

- BASE DEL EQUIPO** : CONCRETO ARMADO f'c = 250 kg/cm<sup>2</sup>.
- PISO** : CONCRETO ARMADO f'c = 150 kg/cm<sup>2</sup>.
- PAREDES** : BLOCK CON CELOSIA PERIMETRAL EN LA PARTE SUPERIOR, DE 80 cms. DE CLARO.
- LOSA DE TECHO** : CONCRETO ARMADO DE 10 A 15 cms. DE ESPESOR.
- SISTEMA DE DRENAJE** : VER PLANO No.: SLE-003 REV.1.  
PAREDES DE TABIQUE ROJO, REPELLADO CON CEMENTO Y ACABADO PULIDO.  
TUBERIA: PVC O TUBO ALBAÑAL DE CEMENTO.
- PINTURA Y ACABADO** : SARDINEL SANITARIO. PINTURA ACABADO SANITARIO COLOR BLANCO.

## INCINERADORA DE RESIDUOS SOLIDOS, S.A. DE C.V. (INRESOL)



<p>INRESOL</p>	INCINERADOR CREMATARIO MOD. CR-60PAT.			
	CLIENTE:			
	TITULO: ARREGLO GENERAL INCINERADOR CON EQUIPO ANTICONTAMINANTE.			
	DIBUJO: FJMG	APROBO: FJMV	ESCALA: SIN	ACOTACIONES:
	REVISO:	FECHA: 6 MARZO/85.	PLANO NUMERO: AG-002	RE: 1

VI.- BIBLIOGRAFIA.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

- (1) Marín Guzmán, Francisco Javier, 1995. Tesis Profesional "Diseño técnico-ambiental para la instalación de una planta de incineración de residuos sólidos, en el Edo.de Mexico" FACULTAD DE QUIMICA-UNAM.
- (2) Sánchez Gómez, Jorge, 1993. Los residuos sólidos en el mundo, La incineración de los Residuos Sólidos Municipales-Antecedentes y Perspectivas-, Notas de la AMCRESPAC, I, VOL.2.
- (3) Metcalf-Eddy, Co. 1981. Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. 2a.Ed. Editorial Labor.
- (4) Castillo Berthier, H.F. 1990. La Sociedad de la Basura: Caciquismo en la Ciudad de México. 2a.Ed. México: Insitituto de Investigaciones Sociales. UNAM.
- (5) Flores Valenzuela, V.M. y Gutiérrez Rojas M. 1992. Alternativas de tratamiento de residuos biomédicos. Manejo eficiente de residuos sólidos. SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, A.C. VII CONGRESO NACIONAL, CAP.IX.
- (6) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1994. Leyes y Códigos de México. México: Editorial Porrúa.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS, 1995.

MODULO II. MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

FECHA: DEL 22 AL 27 DE MAYO

TEMA: MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

EXPOSITOR:

M en C. MARGARITA GUTIERREZ.



# **MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

**M EN C MARGARITA GUTIERREZ**

**SISTEMAS INTEGRALES DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y  
PELIGROSOS**

**M. EN C. MARGARITA GUTIERREZ, Laboratorio de Análisis  
Físicos y Químicos del Ambiente, Instituto de Geografía, Universidad  
Nacional Autónoma de México.**

## INDICE

<b>1. ANTECEDENTES</b>	
1.1 ¿Cómo nace la contaminación?.....	2
1.2 ¿Cómo se generan los residuos?.....	4
<b>2. UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b> .....	7
2.1 fundamentos.....	7
2.2 estrategia.....	8
2.3 caracterización de los residuos .....	10
2.4 clasificación de los residuos por su tipo de enlace	
2.4.1 enlace covalente .....	12
2.4.2 enlace iónico .....	12
2.4.3 enlace metálico.....	12
2.4.4 enlace de coordinación.....	14
2.5 propiedades los diferentes subgrupos de enlace químico	
2.5.1 moleculares.....	14
2.5.2 redes covalentes .....	15
2.5.3 compuestos iónicos.....	15
2.5.4 metales.....	16
2.5.5 compuestos de coordinación .....	16
2.6 selección de las tecnologías adecuadas	
2.6.1 modelo integral de manejo (tecnologías limpias).....	16
2.6.2 Propuesta para el manejo integral de la basura municipal mezclada .....	18
2.6.3 principios de la estabilización termodinámica.....	19
<b>3. OTRAS TECNOLOGÍAS</b>	
<b>3.1. Tratamiento térmicos</b>	
3.1.1 vitrificación.....	19
3.1.2. oxidación con aire húmedo (wet air oxidation) .....	20
3.1.3. tratamiento térmico por infrarrojo.....	20
3.1.4. incineración en lecho fluidizado .....	20
3.1.5. incineración en horno rotatorio .....	20
<b>3.2. tratamientos físicos y químicos</b>	
3.2.1 extracción química .....	21
3.2.2 tratamiento químico en situ.....	21
3.2.3 lavado del suelo.....	21
3.2.4 refluo de los suelos .....	21
3.2.5 dechlorinación con glicolato .....	22
3.2.6 eliminación térmica a bajas temperaturas .....	22
3.2.7 tratamiento al vacío y extracción por vapor (in situ).....	22
3.2.8 estabilización/solidificación .....	22
3.2.9 óxido reducción química .....	23
<b>4. DATOS SOBRE LA PIRÓLISIS</b>	
4.1 generalidades .....	23
4.2 fundamentos	
4.2.1 reacciones y parámetros del proceso .....	25
4.2.2 tipos de sistema de pirólisis .....	26
4.2.3 productos de la pirólisis.....	29
4.3 incineración vs pirólisis.....	33
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	37
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	37

# SISTEMAS INTEGRALES DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS

*Ideas preconcebidas enraizadas en nuestra cultura son ferozmente defendidas por los científicos y técnicos, como lo hace un perro cuando le quieren quitar un apetitoso hueso.*

*Michael D.Coe  
texto modificado*

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 ¿Cómo nace la contaminación?

Los problemas de la contaminación, así como de la generación, manejo y disposición de residuos peligrosos no es nuevo. **Es más, todo proceso natural que sucede en la tierra impacta el ambiente, inclusive los que son parte esencial de la vida, por ejemplo:**

- la energía que se recibe del sol es utilizada para llevar a cabo reacciones químicas que producen oxígeno y forman compuestos orgánicos a partir del dióxido de carbono y agua; así como oxida los productos orgánicos en dióxido de carbono, agua y energía. Esa energía ya *gastada* es retornada al espacio como calor (rayos infrarrojos, ondas de mayor longitud de onda y menor energía),
- El dióxido de carbono producido durante las oxidaciones naturales y el metano producto de la digestión animal retienen los rayos infrarrojos que regresan al espacio, calentando la atmósfera (efecto invernadero),
- las erupciones de los volcanes envían a la atmósfera grandes cantidades de polvos y gases; que dependiendo de la composición disminuyen o aumentan la temperatura. La lava cubre suelos y destruye la flora y fauna.

Sin embargo, existe en la naturaleza un equilibrio dinámico que mantiene estas fuerzas destructivas en un nivel que no pone en peligro la vida futura (considerando lapsos con *sentido* para el hombre). Es más, en muchas ocasiones estas fuerzas funcionan como instrumentos naturales que determinan la supervivencia de las especies genéticamente más adecuadas dentro de la evolución (como si fuera un *marketing* que permite la mejora de las especies).

Este maravilloso equilibrio natural está en peligro por las actividades del hombre, el único animal que para sobrevivir ha podido modificar los procesos naturales usando su inteligencia, y compensando de esta manera sus limitaciones físicas en relación con el resto de los animales.

**Este maravilloso equilibrio natural está en peligro por las actividades del hombre, el único animal que para sobrevivir ha podido modificar los procesos naturales usando su inteligencia, y compensando de esta manera sus limitaciones físicas en relación con el resto de los animales.**

De acuerdo a los últimos informes los orígenes de los antecesores del hombre moderno se remontan aproximadamente a 4 millones de años, pero apenas hace 10 000 años que se tiene noticias de formas de vida similares a las actuales (civilizaciones capaces de dejar rastros de sus formas de vida, arte y organización). Aunque desde sus orígenes del hombre, sus actividades impactaron el ambiente, sus efectos fueron muy poco notorios, pues la población era muy pequeña y las formas de producción se basaban en la caza y recolecta. Con el inicio de la agricultura la magnitud del impacto aumentó, pero definitivamente a partir de la llamada era industrial, -que se inicia en el siglo XVIII-, cuando el problema se recrudece violentamente.

**En todo el mundo se han ido sustituyendo más rápida o lentamente las tradicionales formas de supervivencia (recolecta, caza y agricultura ) por procesos industriales de alto gasto energético, los cuales permiten producir alimentos y satisfactores en mayores cantidades y en mucho menor tiempo. Como consecuencia de esta abundancia de alimentos y, especialmente, por efecto de las vacunas, la expectativa de vida a aumentado rápidamente, no solamente para los habitantes de los países que conceptualizaron el capitalismo y la tecnología (base de la industrialización), sino en aquellas regiones que, principalmente, siguen viviendo de la agricultura y/o la caza.**

**A diferencia de los sistemas más primitivos de producción que se adaptaban a las condiciones locales, la globalización actual de la economía no permite considerar la heterogeneidad del medio natural, sino que utiliza a proceso tecnológicos para superarla.**

**La difusión de medicinas, plaguicidas, fertilizantes y en general todo tipo de productos industriales; no ha ido acompañado de cambios en los sistemas de eficaces para que las grandes masas de población accedan a mejores niveles de alimentación y educación, y adquieran una cultura industrial .**

Los habitantes de los países desarrollados que conforman sociedades totalmente dependientes de la industria y tecnología, gastan enormes cantidades de energía y recursos naturales. Y, aunque los países pobres son más ahorrativos en esos conceptos, no han logrado ordenar su crecimiento poblacional y el uso de sus recursos, además de que el control ambiental es muy deficiente ya que no miden los riesgos inherentes al manejo de materias primas, productos y residuos utilizados por la industria, y su cultura muy adecuada a la región, no los han preparado para manejar sistemas de organización complejos, individuales y de alta autodisciplina, como los que requiere los actuales sistemas de producción.

## **1.2 ¿Cómo se generan los residuos?**

La basura nace con el hombre, es más ha sido el instrumento más útil para que los especialistas estudien el origen y desarrollo de la especie humana.

**La basura no existe en la naturaleza, pues sus procesos son cíclicos y todo residuo de un proceso se convierte en insumo de otro. Estos procesos son muy eficientes, pues involucran reacciones catalíticas de bajo gasto energético**

La humanidad es muy joven, sus conocimientos limitados, por lo que ha logrado alterar los ciclos naturales a su favor, pero no los ha logrado imitar con la misma eficiencia y eficacia.

**Los procesos antrópicos requieren de muy alto gasto de energía y agua. Se han conceptualizados en forma lineal, por lo que generan una gran cantidad de subproductos sin valor .**

Mientras la cantidad generada no era muy grande y podían biodegradarse, la propia naturaleza los integraba a sus ciclos, pero cuando el modelo de desarrollo actual se generalizó, la cantidad y calidad de los residuos cambio, y se empezaron a presentar problemas.

Debido a la baja disponibilidad de los componentes presentes en los residuos en formas sólidas y la circunscripción de las zonas afectadas, al principio se dio más importancia a la contaminación del aire y del agua, que afectan más directamente a la especie humana y al resto de la biota; quizá también ayudo el que se disponían en cualquier sitio, pero quedaban fuera de la vista del público.

Pero poco a poco, se ha adquirido mayor conciencia sobre la magnitud del problema, pues a diferencia de la contaminación del aire y agua; la de los suelos es casi irreversible, y a largo plazo los contaminantes migraban a las aguas profundas, transportándose y pudiendo afectar a la biota. Además, la única forma de controlar las emisiones a la atmósfera y la contaminación del agua, es transferir las especies problema a su estado sólido. Diversos accidentes han puesto en evidencia el grave problema de disponer en forma inadecuada los residuos, basta mencionar el denominado Chocolatazo, en el cual residuos industriales produjeron quemadas de tercer grado a niños de una zona

Como las basuras se arrojaban sin control- y todavía se hace en muchos sitios- sin sobre cualquier sitio disponible, especialmente en suelos donde el daño es casi irreversible, y en cuerpos de agua, la contaminación por residuos peligrosos se ha convertido en un permanente riesgo para la población y el ambiente.

Como resultado de diversos accidentes (Gutiérrez-Ruiz, M. 1990) las comunidades de varios países han presionado a los gobiernos a resolver el problema, por lo que se buscó amortiguar los daños en el menor plazo posible, evitando la realización de estudios interdisciplinarios específicos para cada industria generadora, o al menos por sector, en los cuales pudiera dedicarse un tiempo razonable para llevar a cabo el diagnóstico y la propuesta de solución tomando en cuenta el entorno y la población. En cambio se aceleraron el establecimiento de normas generales y el desarrollo de sistemas de disposición, que rápidamente permitieran a los industriales "deshacerse" de los residuos peligrosos sin tener que efectuar cambios de fondo en los procesos.

El establecimiento de soluciones de carácter general, presentó diversos problemas. En primer término la dificultad de establecer los criterios básicos para definir cuando un desecho se debía considerar peligroso, pues depende de sus características físicas, químicas y biológicas pero también de las condiciones ambientales específicas a las que se le sujeta; de igual manera como la toxicidad de las sustancias en los organismos vivos está relacionada con sus características físicas y químicas, pero también depende de la dosis y de las características propias al individuo (cualquier sustancia es tóxica si se ingiere en tales cantidades que se altere el funcionamiento de un cierto organismo). También se presentaron problemas en los aspectos técnicos pues como se comenta más ampliamente en los siguientes párrafos, la materia no se destruye sino se transforma, por lo que los sistemas de control basados en el aislamiento o destrucción de los residuos no han sido muy exitosos. Sin embargo esta visión general ha sido aceptada ampliamente por la industria y gobierno debido a que a las empresas les conviene definir sus compromisos ambientales con las autoridades en la forma más rápida posible, -"pues las decisiones de inversión tienen un horizonte de planeación muy largo y requieren certidumbre en el entorno legal".

La influencia de esta corriente ha determinado que en México, también se ha promovido el establecimiento de normas generales, y se esté buscando también el aislamiento y/o destrucción como métodos de disposición. Aunque la legislación ambiental de diversos países han influido se puede considerar que las experiencias de EEUA han sido las que más se han tomado en cuenta. El término *residuo peligroso* designa un residuo sólido o una combinación de residuos, los cuales debido a su cantidad, concentración, sus características físicas, químicas o infecciosas pueden: a) causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o que produzcan disfuncionalidades; b) poseer un peligro substancial o potencial para la salud humana o el ambiente cuando son tratados, almacenados, transportados o dispuestos inadecuadamente".

Las características físicas, químicas y biológicas que distinguen a un residuo peligroso de acuerdo a la norma mexicana, se conoce con el acrónimo CRETIB. La C proviene del término corrosividad que se refiere a aquellos residuos que presentan valores de acidez o basicidad extremas o corroen al acero. La R corresponde a reactividad y se identifica observando si el residuo reacciona con aire, agua, ácidos, bajo ciertas condiciones de presión y calor. La E se relaciona con la explosividad, ya que la norma separa en un rango diferente a aquellos desechos que reaccionan en forma explosiva o detonante a 25 °C y 1 atm. de presión. La T se relaciona con la toxicidad que se determina analizando en extractos acuosos y orgánicos la presencia de una serie de sustancias muy comunes en la industria que causan daño a los humanos o animales; la concentración permitida es igual o menor a un valor límite que se fija en función de la dosis letal (concentración que produce la muerte bajo ciertas condiciones, al 50% de la población evaluada). La I de inflamabilidad se refiere a los desechos que pueden causar incendios por ser sustancias con alta energía interna que son volátiles o se oxidan, hidrolizan, etc. y, finalmente, la característica biológica- infecciosa (B) se refiere a la presencia de bacterias, virus o cualquier microorganismo capaces de generar infecciones y/o toxinas que dañen al hombre.

Una de las limitaciones prácticas de estos criterios normativos, que como ya se comentó, se pensaron para las condiciones de países que cuentan con el personal y los sistemas adecuados para manejar los desechos biodegradables, este tipo de residuos se consideran peligrosos únicamente cuando son biológico infecciosos de acuerdo a la prueba CRETIB. No obstante, algunos de los más graves problemas de manejo de residuos en México y otros países en vías de desarrollo se relacionan a los daños asociados con las grandes cantidades generadas de desechos biodegradables y su pésima disposición. Por ejemplo, los residuos de ingenios, fábricas de jabón, beneficios de café, granjas porcícolas, cuencas lecheras, así como los lodos residuales de plantas de tratamiento han dañado seriamente suelos y cuerpos de agua, y calidad de vida de la población.

Recientemente, con la apertura económica y la integración de México con EEUA y Canadá, se ha aumentado la presión sobre los diferentes sectores industriales para que cumplan con la normatividad y dispongan adecuadamente sus residuos. Los generadores exigen soluciones rápidas y en forma análoga a lo que sucedió en los países desarrollados, se está creando una enorme demanda de confinamientos controlados, rellenos sanitarios e incineradores que son las técnicas más antiguas establecidas en los países desarrollados para aislar o destruir los residuos; y por lo tanto las más conocidas en México. Las experiencias en esos países permiten observar que los intentos para aislar o destruir los residuos parecieron tener éxito pero, a través del tiempo y relacionado con cambios geomorfológicos, clima e interperismo ya sea físico o químico (reacciones de hidratación, hidrólisis y oxido-reducción y coordinación), los elementos y compuestos tóxicos originales o los productos derivados de estos se están disponibilizando. Es posible que la influencia de las experiencias tradicionales más el tipo de formación profesional de los especialistas han sido los factores determinantes para que los fundamentos de estas primeras tecnologías no consideraran la limitación básica de que materia no se crea ni se destruye, sino se transforma. Es más, todavía se siguen proponiendo métodos de aislamiento más seguros, por ejemplo se seleccionan espacios en donde no hay agua como las minas de sal para evitar cualquier reacción que disponga los contaminantes o se realizan inyecciones a zonas del subsuelo muy profundas. No obstante, por las limitaciones geográficas sus altos costos de operación, estas técnicas más seguras de aislamiento no se utilizan fácilmente y, en algunos casos, han sido sustituidas por un manejo ilegal de los residuos.

A continuación se analizan algunas de las limitaciones de las técnicas mencionadas:

- \* **los rellenos sanitarios** que se aplica básicamente a basuras domésticas y a ciertos residuos industriales, requieren de grandes extensiones de terrenos que se inutilizan para otros fines. Su manejo requiere de una administración muy compleja y cabe mencionar que los países en vías de desarrollo carecen de tradición en este renglón (como es el caso de México). Cuando falla el control del proceso se generan diversos problemas, entre ellos olores desagradables, dispersión de contaminantes y enfermedades, presencia de fauna nociva y lixiviaciones que pueden contaminar cuerpos de agua y suelos. Su costo gravita principalmente sobre los impuestos de la comunidad y su funcionamiento se puede ver afectado por las disminuciones presupuestales de los municipios,
- \* **los confinamientos de residuos peligrosos**, requieren de terrenos con muy especiales características geográficas, que muchas veces son imposibles de encontrar, especialmente en zonas cálidas, sísmicas y con asentamientos humanos. Los sitios de confinamiento representan zonas factibles de sabotear, ya sea en países con problemas internos o durante conflagraciones internacionales. Cualquier error de manejo puede producir contaminaciones - generalmente permanentes- en suelos y cuerpos de agua, con costos muy altos para restaurar



el ambiente. Accidentes antrópicos o naturales como son los sismos pueden cambiar las condiciones geográficas iniciales, aumentando los riesgos para el ambiente y población. En países con climas cálidos y húmedos la eficacia de las técnicas de aislamiento disminuye respecto a la obtenida en países con climas templados; y las compañías responsables de la administración de los confinamientos únicamente se comprometen a manejarlos por un lapso determinado, heredando el problema de mantenimiento a las futuras generaciones

- \* la **incineración**, que es una técnica basada en la oxidación de los materiales a altas temperaturas, y tiene gran aceptación dentro del sector industrial, y, a pesar de que el sistema este equipado con todo tipo de filtros libera compuestos tóxicos a la atmósfera. Estas sustancias en cantidades vestigiales (muchas veces en partes por trillón que son concentración por abajo de las normas internacionales y muy difíciles de detectar), por su permanencia en el ambiente se bioacumulan en los organismos, afectando su funcionamiento. Esta técnica presenta otros problemas, entre ellos que las cenizas producto de la incineración conforman a su vez un residuo peligroso; una buena combustión requiere de un estricto control de las condiciones de operación; el transporte de los materiales debe realizarse con medidas estrictas de seguridad, el costo de su manejo gravita sobre la comunidad, y el funcionamiento está sujeto a la cantidad y valor calorífero de los desechos, por lo que cualquier variación de estos conceptos afecta el costo de funcionamiento del incinerador pudiendo llegar a ser un proceso no viable desde un punto de vista económico cuando hay cambios importantes en las tecnologías industriales o en el número de plantas generadoras o simplemente se instrumentan programas de reducción y minimización de desechos.

## 2. UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

### 2.1 fundamentos

Analizando las experiencias de los países que se están tomando como base para establecer los programas de control y manejo de residuos peligrosos de México, se puede observar que en proporción a la magnitud del problema y la cantidad de dinero dedicado a resolverlo, los progresos han sido muy escasos. En EEUUA inmensas cantidades de tiempo se han dedicado a aspectos legales; a realizar análisis químicos y físicos de los residuos, a construir confinamientos e incineradores y mantenerlos, a desarrollar *software* para modelar el comportamiento de los contaminantes en el ambiente y sistemas computacionales para el manejo de residuos peligrosos. Evaluando los resultados de ese gigantesco esfuerzo se puede concluir que el mayor logro de esta estrategia ha sido la creación de una burocracia ambiental muy costosa y de todas las empresas necesarias para satisfacerla: En consecuencia todos los esfuerzos futuros deben dirigirse a restaurar los sitios dañados y prevenir problemas futuros (Manahan, 1991)

La única opción de solución la conforma el cambiar la filosofía que fundamenta el desarrollo industrial actual, basta de considerar que el mundo puede abastecer al hombre de todos los recursos que el desperdicia, que es la especie superior y el resto están destinadas a desaparecer para su servicio, y también que la naturaleza va a poder manejar toda la basura que genera o las nuevas tecnologías van a permitir hacerlo. Se debe aprender de la naturaleza los fundamentos de sus procesos limpios que reducen el impacto substancialmente y no generan basura, ya que los residuos de un proceso se integran a otro, formando ciclos muy eficientes, manteniendo un equilibrio dinámico entre flora y

fauna. Los procesos industriales deben basarse en sistemas cíclicos, catalíticos, de bajo consumo de energía, que no requieran temperatura extremas y no generen *basura*.

Ahora bien, no resulta nada fácil imitar un sistema natural pues somos una civilización muy joven. Los primeros avances tecnológicos se remontan a aproximadamente 5 000 años y la era industrial apenas de dos siglos; mientras que los sistemas naturales se han desarrollado en millones de años. El corto lapso entre el establecimiento del método científico y la posibilidad de contar con equipos para utilizar las fuentes energéticas en cantidades importantes, solamente ha sido suficiente para instrumentar procesos eficaces pero poco eficientes ya que requieren de grandes cantidades de energía y agua, y generan materiales residuales y energía (ruido y calor) de alto impacto para el ambiente y población. Cambiar toda la planta industrial desarrollada sobre esta base en un corto plazo, no es factible, debido al alto costo económico y social que implica, especialmente en los países en vías de desarrollo donde existe el grave problema de la pobreza que implica la lucha por la supervivencia diaria. Lo que si es posible es establecer sistemas intermedios que mejoren los actuales procesos adaptándolos lo más posible a un sistema limpio y a la idiosincrasia de los pobladores; y poco a poco cambiar hacia tecnologías limpias, cuidando de que la excesiva automatización de éstas, no afecte el empleo regional y la estabilidad social.

## 2.2 estrategia

A continuación se presenta una estrategia de solución que permite manejar residuos industriales o una basura municipal de composición típica (desechos domésticos mezclados con hospitalarios e industriales procedentes de talleres y microindustria). Para que el sistema funcione no es necesario una separación previa por parte de los ciudadanos, ni requiere los ingresos de la venta de materiales reciclables. Los residuos hospitalarios así como una serie de residuos industriales son reutilizados. La implantación de este tipo de sistema para una determinada industria, resulta en algunos casos más sencillo y en otros más complejo que para un sistema municipal, dependiendo del nivel de organización administrativa, el volumen de residuos generados, la naturaleza de los mismos y la capacidad local o regional para absorber las materias primas y la energía generadas.

Aunque la instrumentación de un manejo integral no requiere de cambios en los procesos, conviene indiscutiblemente en primer término, establecer un control de proceso, pues de esa manera se resuelven los problemas de residuos conjuntamente con los contaminación del aire y agua; así como ruido, polvos y se mejoran las condiciones de seguridad para la población expuesta. Por lo tanto los principios básicos de la administración de residuos debe basarse en:

- \* dejar de generar residuos peligrosos
- \* si no es posible evitar su producción, hacerlo en cantidades mínimas
- \* reciclarlos
- \* reusarlos
- \* estabilizarlos termodinámicamente (transformarlo a especies útiles para su reuso o en especies similares a las que la naturaleza para su disposición)
- \* confinar únicamente a aquellos residuos para los que no hay tecnologías de estabilización o reuso y de ser posible realizar estudios específicos con apoyo de las universidades y centros de investigación

En primer término, resulta necesario realizar un análisis del proceso, llevando a cabo un balance de materia y energía para establecer un control de proceso y determinar los residuos generados

(auditoría ambiental)<sup>1</sup>. Establecer un programa de reducción que busca eliminar la generación de un residuo peligroso desde sus orígenes, sustituyendo las materias primas, la tecnología o al menos realizando adaptaciones en las operaciones. Simultáneamente se debe establecer un programa de minimización, que se refiere principalmente al establecimiento de sistemas para control de proceso y su optimización (mejoramiento bajo las condiciones reales) con los cuales se logra minimizar las cantidades desperdiciadas, recuperar valores, reciclar (dentro del mismo proceso) y reutilizar (en otros procesos)<sup>2</sup>. Durante la auditoría conviene no solamente identificar la matriz y los contaminantes, sino también cuantificarlos. En ciertos casos se puede considerar necesario cambiar la tecnología obsoleta por tecnología limpia, de acuerdo a un análisis de los aspectos ambientales, y factores económicos, sociales y hasta políticos.

Una vez que se haya logrado establecer una visión integral del problema y sus posibles soluciones, inclusive cuando se haya decidido no establecer programas de reducción y minimización, se requiere realizar las actividades siguientes:

**a. caracterizar el residuo**

- a.1 identificación del tipo de matriz (suelo o lodo)
- a.2 identificación de los contaminantes

**b. clasificar en grupos de los contaminantes de acuerdo a su enlace químico**

**c. seleccionar las tecnologías adecuadas para cada grupo de desechos**

- c.1 generación de una lista de tecnologías de punta adecuadas para cada grupo
- c.2 investigación de los fundamentos de las tecnologías
- c.3 investigación del manejo y pretratamiento de los materiales para cada tecnología potencial y para cada grupo de desechos
- c.4 evaluación de sus beneficios y restricciones

## **2.3 caracterización de los residuos (ver figuras 1 y 2)**

El análisis de los residuos se lleva a cabo con base en los datos de reactivos utilizados, el proceso a que se le sujeta y resultados del laboratorio, cuando es posible conviene tener datos de las especies presentes. No se deben de mezclar los residuos después de que son generados en alguna operación del proceso, pues el análisis así como el manejo, se complica innecesariamente. Ya con los datos del laboratorio, o al menos los datos obtenidos por análisis en gabinete del propio proceso, se lleva a cabo la identificación de los contaminantes. El análisis de la peligrosidad de acuerdo a la prueba CRETIB, aparte de permitir cumplir con las exigencias legales puede complementar la información sobre el o los residuos peligrosos.

---

<sup>1</sup> las auditorías ambientales que se recomiendan son mucho más simples que las que el gobierno mexicano exige, en las cuales aparecen términos de referencia sobre riesgo y otros conceptos. Básicamente se refieren a los términos que marca el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (UNEP)

<sup>2</sup> en este ensayo el término reciclado se utiliza únicamente para indicar que el residuo sustituye a materias primas en el mismo proceso, mientras que cuando se transfiere a otro sitio o se aplica a un proceso diferente, se utiliza el término reuso.

## 2.4 clasificación de los residuos por su tipo de enlace (fig.1)

Los residuos generados por la actividad del hombre se han clasificado tradicionalmente de acuerdo a su origen y/o por los efectos sobre los seres vivos y el ambiente. Sin embargo, no son esas las características que van a permitir manejarlos en forma adecuada, sino su naturaleza química la cual puede ser analizada a través de valores termodinámicos, y de las propiedades de los elementos que conforman los compuestos. No obstante, debido a la dificultad que implica contar con datos confiables de los compuestos que forman cierto tipo de residuos e interpretarlos correctamente, conviene clasificar los residuos por el tipo de enlace que presentan los compuestos o elementos que los conforman. La información que se obtiene es suficiente para entender los posibles efectos de las sustancias y plantear las tecnologías apropiadas de control. Si se analizan las consecuencias sobre las propiedades físicas de las fuerzas químicas, se puede analizar la solubilidad, reactividad con agua, explosividad, etc.; y también explorar su nivel de toxicidad<sup>3</sup>.

La toxicidad puede deberse a las propiedades del elemento o únicamente a las del compuesto. En el primer caso, las características de peligrosidad del elemento se pueden deber a sus propiedades oxidantes o reductoras; ácidas o básicas; a su alta energía interna; a su configuración electrónica. Por ejemplo, ciertas especies son tóxicas porque sustituyen al elemento central de una biomolécula (sustancias esenciales de los organismos como la hemoglobina) o lo precipitan; porque bloquean el sitio activo de la biomolécula, sustituyen a los ligantes de la misma o los precipitan. Este es el caso de todos los metales denominados "pesados", por ejemplo la enfermedad de Minamata (mercurio) o el Itai-itai (cadmio). También explica los efectos de especies como los cianuros y monóxido de carbono que sustituyen a los ligantes de la hemoglobina y causan asfixia; o el sulfuro que precipita al hierro. Además, las sustancias también son tóxicas por sus características oxidantes o reductoras; ácidas o básicas y de solvatación que afectan directamente la piel, el sistema respiratorio, digestivo y hasta las células cerebrales. Por ejemplo los cromatos que oxidan el tabique nasal y lo destruyen; el ácido muriático y la sosa ingeridas afectan el sistema digestivo y los disolventes orgánicos y pinturas afectan las células cerebrales.

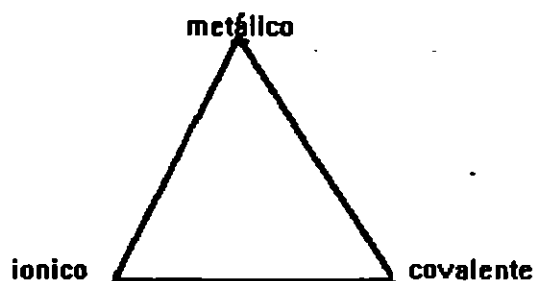
Todos los compuestos son formados por elementos, a partir de los datos de la caracterización se deben listar y clasificar en dos grandes grupos: no metales y metales. Las combinaciones posibles entre ellos, son:

no metal + no metal = sustancia covalente;  
 no metal + metal = sal o compuestos iónico;  
 metal + metal = metal o aleación

Los compuestos pueden presentar características intermedias entre estos tipos de enlace, por lo que conviene visualizar un triángulo con cada tipo de enlace en una arista y pensar, de acuerdo a sus características, cual es el tipo que domina:

---

<sup>3</sup> el análisis basado en el tipo de enlace solamente sirve para la proposición de tecnologías de control, y obtener un criterio de manejo general, en caso de querer obtener conclusiones más firmes se debe complementar con datos disponibles en la bibliografía internacional.



**Fig. 1 Triángulo representando los tres modelos de enlace**

Hay compuestos entre "metales de transición y ligantes no metálicos que donan pares de electrones", que no conviene considerar como iónicos, ya que se comportan en forma especial. Se denominan compuestos de coordinación (popularmente se denominan complejos y quelatos) y conviene manejarlos en forma independiente a los tres grupos ya señalados.

Una vez que se han asociado los compuestos con los tipos principales de enlace que aparece en el triángulo, es necesario a su vez subclasificarlos, de la siguiente manera.

#### **2.4.1 enlace covalente**

Compuestos formados por elementos no metálicos:

##### *a. moleculares*

- a.1. de bajo contenido calorífero
- a.2 de alto contenido calorífero

##### *b de red covalente*

- b.2. alto contenido calorífero (buenos combustibles)
- b.2 estables al calor

#### **2.4.2 enlace iónico**

Compuestos formados por la unión de metales con no metales

- a. no solubles y/o no reactivos*
- b solubles y/o reactivos*

#### **2.3.3 enlace metálico**

- a alta reactividad con agua y/o aire*
- b baja reactividad con agua y/o aire*

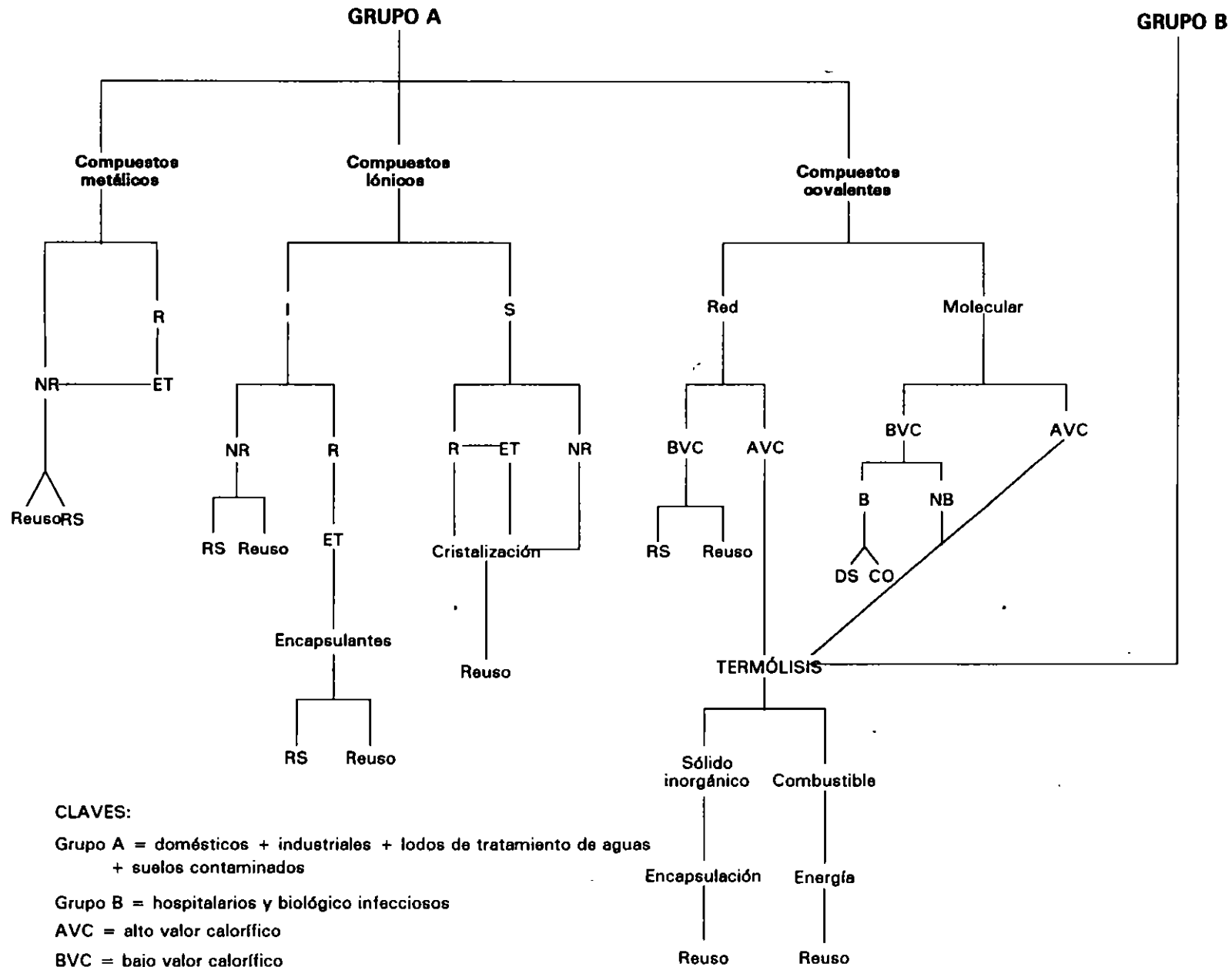


FIGURA 2. Sistemas integrales

#### **2.4.4 enlace de coordinación**

Compuestos en que un elemento central se coordina con ligantes, formando compuestos que se conocen popularmente como complejos. Cuando un ligante se une en más de una posición (polidentados) se denominan quelatos. Generalmente el elemento central es un metal de transición del tipo del hierro, cobre, manganeso, mercurio, zinc, etc. pero en los quelatos también son de metales representativos como el calcio, por ejemplo el EDTA de calcio (etilendiamintetraacetato de calcio).

### **2.5 propiedades los diferentes subgrupos de enlace químico**

#### **2.5.1 moleculares**

Los elementos no metálicos forman sustancias volátiles, la mayoría gases y algunos líquidos y sólidos de bajo punto de fusión, y por lo tanto su disponibilidad es muy alta ya que se pueden respirar o absorber por la piel. Muchos compuestos de este tipo de alta toxicidad son de uso muy común y deben manejarse en zonas alejadas y no industrializadas, como es el caso del gas natural, del gas LP e hidrocarburos líquidos como las gasolinas; plaguicidas, disolventes, etc. Otros en cambio únicamente los hay en zonas industriales como el percloroetileno, acrilonitrilos, benzopirenos, dioxinas, etc. Y también hay moléculas que pueden ser metabolizados por los organismos, y hasta son esenciales como el agua, oxígeno, azúcares, grasas, proteínas, alcoholes etílicos, etc.

Están formados por moléculas enlazadas covalentemente que a su vez están unidos por enlaces menos fuertes, del tipo de los denominados puentes de hidrógeno o fuerzas de van der Waals. En general su peligrosidad está relacionada a la forma en que están unidos los elementos y no a las propiedades de estos. Es más, en muchas ocasiones las sustancias peligrosas están formados por elementos considerados esenciales para la vida como es el caso del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; que unidos de diferente manera y en diferente cantidad pueden ayudar a vivir o causan la muerte. Por ejemplo, las proteínas que contienen esos elementos son esenciales para la vida, mientras que otros compuestos también formados por los mismos elementos son muy peligrosos: el cianuro de hidrógeno (ácido cianhídrico) es tóxico, el ácido nítrico corrosivo y la nitroglicerina explosiva. Cuando las moléculas contienen otros elementos no metálicos, como el cloro, bromo, flúor, arsénico etc. su peligrosidad aumenta, como en el caso del sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico), cloro gaseoso, fluoruro de hidrógeno (ácido fluorhídrico) o arsinas.

La capacidad calorífica está relacionada a la energía interna de la molécula y en general se puede decir que todos los que son buenos combustibles como los hidrocarburos, disolventes, aceites, grasas, etc. caen dentro de esta categoría. No obstante, en caso de duda conviene buscar datos sobre las moléculas en un manual especializado.

### 2.5.2 redes covalentes

El carbono así como otros elementos no metálicos como el silicio, se enlazan covalentemente formando redes muy estables, sólidas y de punto de fusión muy altos como es el caso de la arena, ágata, grafito o diamante. Asimismo, por medios naturales o mediante procesos industriales, se han obtenido una gran variedad de productos como plásticos, resinas, llantas, fibras etc. que presentan alguna o varias características muy especiales y útiles, como inercia, resistencia, elasticidad, ligereza, transparencia, etc. Estas sustancias son el producto de la unión (polimerización) de las moléculas que forman cadenas de elevado peso molecular que tienen propiedades totalmente diferentes de las unidades originales.

La peligrosidad de las primeras sustancias (que son estables como redes pero no como moléculas) generalmente está relacionada con el estado físico (polvo), ya que al ser respiradas afectan el sistema respiratorio, como es el caso de las arenas finas utilizados para el pulido. En el caso de las segundas que son polímeros que proceden de moléculas estables, los puntos de fusión son menores, y muchas pueden ser inflamables; por lo que sus efectos pueden ser de mayor magnitud que las anteriores: Los envases plásticos y llantas inutilizan suelos agrícolas y afectan la belleza del paisaje; pero también pueden incendiarse y contaminar la atmósfera.

### 2.5.3 compuestos iónicos

Cuando se une un metal con un no metal forman compuestos que se conocen como sales que son siempre sólidas, cristalinas y frágiles. Están formado por partículas cargadas positiva y negativamente (iones) y cuando la energía que los une (energía de lattice) es menor que la energía de hidratación (energía que se desprende cuando moléculas de agua rodean al ion), la sal se solubiliza. Por ejemplo, la sal de mesa que es el cloruro de sodio, es muy soluble. En el caso contrario cuando la energía de la red cristalina (lattice) es mucho mayor que la energía de hidratación son insolubles pero pueden ser reactivas, corrosivas y hasta explosivas (óxido-reducción o ácido-base). Por ejemplo: los cromatos y permanganatos son solubles y muy oxidantes; el carbonato de sodio conocido como sosa se hidroliza en agua produciendo sosa cáustica por lo que es corrosivo, y el perclorato de amonio es explosivo. El efecto de las sales solubles en el entorno, está relacionado con el aumento de la presión osmótica, como es el caso de la sal común que en pequeñas dosis es necesaria para ciertos organismos, pero en mayores concentraciones resulta un veneno para suelos, plantas y vida acuática. En el suelo aumenta la presión osmótica de la solución y se intercambia con el calcio en las arcillas y materia orgánica, lo que genera un suelo *hinchado*, con la materia orgánica solubilizada y el pH muy alto. La alta presión osmótica afecta la salud de las plantas y organismos del suelo y cuerpos de agua, inclusive en zonas salinas el aumento de concentración de la sal puede afectar irreversiblemente la vida de la flora y fauna local.

También hay compuestos que tienen carácter iónico pero son muy insolubles y poco reactivos. Pero sus propiedades los hacen más parecidos a los covalentes de red y conviene manejarlos junto con estos. Es el caso de los silicatos y aluminatos (asbestos, vidrios, cementos etc.). Son sólidos, estables y producen, básicamente, daños físicos en los organismos cuando se manejan como polvos. Finalmente, también hay que considerar aquellos compuestos que se producen de la unión de moléculas orgánicas con metales, denominados organometálicos. Por ejemplo, el mercurocromo, el mertiolate y diversos alquilmurcuratos que son usados como fungicidas. Al contrario de los silicatos o aluminatos, son reactivos (pueden inflamarse al contacto del aire) y muy tóxicos. Conviene incluirlos en el grupo de covalentes moleculares.

### 2.5.4 metales



Los metales son sólidos y algunos pocos son líquidos de alta cohesión, como el mercurio. Su reactividad es variable, algunos denominados nobles son muy poco reactivos -como el oro y el platino-, en cambio otros son muy reactivos, se inflaman al contacto con el aire y con el agua liberan calor, como el caso del sodio. Cuando se unen entre ellos, forman compuestos, soluciones y mezclas que se denominan aleaciones. Conviene clasificarlos en reactivos (prueba CRETIB) y no reactivos. Estos últimos son recuperables y tiene en general valor en el mercado.

### **2.5.5 compuestos de coordinación**

Los metales de transición (hierro, cobre, manganeso, mercurio, etc.) forman compuestos con diferentes especies capaces de donar un par de electrones (ligantes) que se denominan compuestos de coordinación, también conocidos como complejos. Cuando un ligante participa con más de una posición se les denomina quelatos. En los seres vivos son muy comunes, ya que permiten una serie de reacciones vitales para la vida, por ejemplo la clorofila transforma la luz solar en energía química y la hemoglobina que lleva el oxígeno a todas las células. La peligrosidad de los residuos que los contienen es muy variable, pues depende de la disponibilidad de los compuestos en el ambiente y de su reactividad (relacionada con la constante de estabilidad) pues reaccionan con los compuestos de coordinación vitales para el funcionamiento de un organismo y los desactivan. Cuando se ingiere un quelato que contiene algún metal pesado, generalmente es más tóxico que cuando se ingiere en forma de sal. En los casos en que el compuesto de coordinación es muy estable e insoluble, su peligrosidad disminuye: el cianuro libre que es más peligroso que el cianuro coordinado con hierro. La industria utiliza estos compuestos para muy diferentes procesos, quelatos sintéticos como tripolifosfato de sodio o etilendiamintetraacetato de sodio (EDTA) son utilizados en el tratamiento de aguas y en las minas se utiliza cianuros para coordinar al hierro u otro elemento y lograr separarlo del mineral de interés (flotación).

Aparte de sus efectos tóxicos, los agentes quelatantes pueden cambiar el comportamiento de un elemento, aumentando su reactividad. Por ejemplo, pueden disolver continuamente la capa de óxido de aluminio que protege a una pieza de aluminio, hasta que toda la pieza se corroe.

## **2.6 selección de las tecnologías adecuadas**

### **2.6.1 modelo integral de manejo (tecnologías limpias)**

Las sustancias moleculares orgánicas con alto calor calorífero, como son las llantas, disolventes, aceites, telas y cartón contaminadas con aceites y gasolinas, madera, etc. deben tratarse mediante termólisis (descomposición térmica sin aire<sup>4</sup>). El material orgánico peligroso y no peligroso se transforman principalmente en hidrocarburos limpios y/o carbón. La ausencia de oxígeno permite la separación de la fracción orgánica (combustibles y agua) de la fracción inorgánica (sal y metales). La selección de las condiciones de presión, aire, temperatura y tiempo de residencia son muy importantes, ya que de ellas depende el obtener materias primas del mismo proceso, o combustibles para generar vapor y/o electricidad. Con esta técnica es posible también tratar suelos contaminados con gasolinas, lodos de plantas biológicas y muchos otros residuos. Por ejemplo con las llantas

---

<sup>4</sup> esta técnica también se denomina pirólisis, aunque depende de la cantidad de oxígeno que se utilice, ya que la pirólisis necesita que haya aire y si las condiciones son totalmente reductoras (sin oxígeno) el término más adecuado es termólisis (rompimiento de los enlaces con temperatura).

usadas es posible por medio de la termólisis obtener negro de humo que es la materia prima para fabricar nuevas llantas.

No se considera práctico sustituir la termólisis con el reciclado de disolventes y aceites pues contienen impurezas muy tóxicas que a su vez hay que disponer; ni tampoco incinerarlos, pues durante un proceso de oxidación a tan altas temperaturas se forman vestigios, a veces en partes por trillón de compuestos tóxicos (concentraciones menores a los límites que exigen las normas y muy difíciles de cuantificar). Estos por su permanencia en el ambiente se bioacumulan produciendo problemas en los seres vivos, por ejemplo los huevos de ave se esterilizan. La pirólisis es una tecnología que permite convertir a muchos procesos industriales lineales en cíclicos y presenta otras ventajas (referirse al capítulo 2):

Las sustancias moleculares de bajo contenido calorífero deben a su vez subdividirse en materiales biodegradables y no biodegradable. A excepción de las especies ácidas el resto pueden adicionarse conjuntamente en pequeñas dosis al material preparado para la termólisis de manera que no baje demasiado su valor calorífero. Específicamente las biodegradables pueden ser enviados a suelos para su biodigestión, pero con técnicas simples y fundamentadas de manera de lograr que el material se transforme en humus (Ortiz, L. 1994). Las sustancias ácidas se pueden neutralizar y manejarse junto con las sustancias iónicas; o establecer el reciclado o buscar su reuso, dependiendo de su composición específica. Por ejemplo, el ácido sulfúrico procedente del decapado se puede reciclar o reutilizar como recuperador de suelos salino sódicos (Villalobos-Peñalosa 1990). Cabe mencionar que siempre que se utilice el suelo como biodigestor, es necesario contar con estudios serios que aseguren que no existe posibilidad de contaminar el suelo y cuerpos de agua o dañar plantas y microfauna.

Las sustancias covalentes de red y iónicas muy estables y prácticamente inertes (arenas, vidrio, etc.) pueden ser reutilizadas directamente o después de efectuar un proceso simple de recuperación. En caso de que no se quiera establecer un sistema de reuso es posible depositarlas en un terreno adecuado, cuidando de cubrirlas para que no las mueva el viento. El sitio debe ser escogido de manera de no destruir físicamente suelos agrícolas.

Las especies iónicas solubles deben reutilizarse después de purificarse, y en los casos en que sea posible se deben transformar a especies insolubles termodinámicamente estables y similares a las formas que existen en la naturaleza. Hay elementos que siempre forman compuestos solubles y por lo tanto no son posibles de estabilizar, como es el caso del sodio (cloruro de sodio, sulfato de sodio, carbonato de sodio etc.), pero pueden ser fácilmente reutilizadas.<sup>5</sup>

Las especies iónicas insolubles o aquellas que pueden insolubilizarse se transforman en ladrillos que pueden ser utilizados para construcción o en último caso disponerse sin ningún peligro en un terreno. Los ladrillos obtenidos a partir de la mezcla de residuos ricos en cromatos con ácidos de decapado y cal, bajo presión y temperatura, convierten a los cromatos (solubles y oxidantes poderosos) en cromitas (sustancias covalentes de red muy estables que no presentan ninguna peligrosidad y que es la forma en que este elemento existe en la mayoría de los depósitos naturales); y la tecnología se desarrollo hasta nivel de ingeniería básica (Gutiérrez et al. 1989). Existen equipos comerciales para fabricar ladrillos que no requieren temperatura.

---

<sup>5</sup> en zonas de alta insolación como México, debían desarrollarse procesos para recrystalizar los productos mediante el uso de energía solar. Mientras tanto se propone utilizar la energía producida mediante la termólisis de las basuras con valor calorífero para establecer los sistemas de evaporación y cristalización.

### 2.6.2 Propuesta para el manejo integral de la basura municipal mezclada

La idea de crear centros inteligentes donde sea posible recuperar los valores de los residuos sin contaminar el ambiente no es nueva, por ejemplo el proyecto Stardust 80 que se desarrolló en Japón, contempló un sistema integral de recuperación de valores en la basura, en el cual se producen aceites de los lodos de tratamiento; composta; pulpa de papel; se separan los metales y se genera energía mediante pirólisis (Uemura, M. 1989).

Los municipios de México reciben desechos biodegradables domésticos y de servicio; residuos no biodegradables y no peligrosos (llantas, plásticos); peligrosos de uso doméstico y comercial (disolventes, plaguicidas, lubricantes), peligrosos de origen industrial (microempresas), reciclables (vidrios, papel y metales) y de demolición. Además, ya reciben o lo harán en el futuro lodos de plantas de tratamiento.

Con base en la composición química de los desechos se pueden seleccionar las tecnologías consideradas amables para el ambiente, y adecuadas a las características geográficas, económicas y sociales de la región:

- reciclado
- composteo
- estabilización termodinámica
- fabricación de bloques
- transformación a productos con valor comercial (pirólisis)

En general, los residuos que recolecta el municipio corresponden a compuestos covalentes biodegradables, covalentes moleculares no biodegradables, polímeros covalentes, compuestos iónicos no reactivos e insolubles, iónicos reactivos y/o solubles. En varios sitios también recolectan los desechos hospitalarios. Con excepción de los desechos hospitalarios, el tratamiento se puede seleccionar con bases en la información del tipo de enlace químico de los componentes de los desechos

La unidad de tratamiento debe diseñarse de acuerdo a la información del municipio en cuestión, tomándose en cuenta el tipo de basura que se genera y, el mercado para la venta de reciclables.

Por ejemplo, un sistema integral que contempla la producción de composta, la generación de electricidad, la reutilización de productos con valor, el manejo de residuos de demolición, etc. debe contar con las siguientes partes:

- planta procesadora de basura y estación de transferencia
- unidad de comercialización de materiales reciclables (papel, metales, vidrio etc.)
- unidad pirólitica
- generador de energía eléctrica
- sistema de encapsulación y fabricación de bloques
- unidad de composteo (únicamente para zonas agrícolas)
- relleno sanitario

El sitio se puede completar con una planta de tratamiento de aguas que utilice la energía generada por la pirólisis. Si se quiere tratar residuos hospitalarios pueden diseñarse sistemas específicos, como por ejemplo:

- pretratamiento in situ mediante calor, presión, oxidantes, etc. y posteriormente su envío a la pirólisis del centro integral.
- sistemas incineración pirólítica que funcionen en los propios hospitales. Esta última opción no resulta muy recomendable ya que el mantenimiento y control de los sistemas son muy caros, además de que se requiere personal capacitado.

### 2.6.3 principios de la estabilización termodinámica.

Los residuos que contienen elementos que son tóxicos deben estabilizarse a sus formas termodinámicas más estables ( $\Delta G$  negativa). El proceso se realiza por medio de reacciones de diversa índole como ácido-base, hidrólisis, óxido-reducción; que se llevan a cabo a diferentes temperaturas y presiones. Las formas inorgánicas finales deben ser del tipo de los minerales que existen en la naturaleza y se deben disponer en condiciones similares a las naturales. Por ejemplo si se transformó un arsenito soluble en arsenopirita, el material estabilizado debe enterrarse para mantener las condiciones reductoras, y en concentraciones análogas a las que presentan los depósitos naturales ricos en arsenopiritas. Si es posible se debe buscar la posibilidad de reusar el material estabilizado, especialmente cuando tienen valor comercial como es el caso del selenio, cromo, zinc, plomo, etc.

## 3. OTRAS TECNOLOGÍAS

Existen otras tecnologías que no han sido analizadas dentro de lo que hemos denominado el modelo integral para manejo de basura mezclada, algunas de las cuales pueden ser útiles para manejar suelos y lodos, ya que los equipos están disponibles en el mercado. A continuación se hace una breve descripción de ellas, dejando al lector la tarea de obtener más datos y evaluar la pertinencia de su aplicación a problemas específicos.

### 3.1. Tratamiento térmicos

#### 3.1.1 vitrificación

El tratamiento de vitrificación térmica es usado para inmovilizar los componentes peligrosos de los residuos y transformar el comportamiento químico y físico del mismo. La destrucción de los residuos peligrosos es logrado en una cámara de reacción a altas temperaturas y sin oxígeno (termólisis) que permiten reducir los compuestos a sus estados elementales o moléculas reducidas ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  y carbón). Durante el proceso los contaminantes elementales se funden junto con la masa vítrea (silicosa). Las ventajas de la vitrificación, es que al igual que la termólisis, no se forman productos de oxidación y los productos inorgánicos obtenidos son muy poco solubles. La desventaja es que no permite el reuso o reciclado, como en el caso de la producción de ladrillos.

Se puede realizar este proceso *in situ*, insertando cuatro electrodos en el suelo a la profundidad deseada. Se coloca una mezcla de grafito y vidrio conductores entre los electrodos, para que el calor generado por la corriente entre los mismos, permita la formación del vidrio. El grafito es consumido por oxidación durante el proceso y la corriente es transferida al suelo fundido que se transforma en material conductor. Los compuestos orgánicos se termolizan transformándose en gases combustibles

ligeros que migran hacia la superficie donde son quemados en presencia de oxígeno. Los materiales inorgánicos quedan formando parte del vidrio ya sea disueltos o simplemente encapsulados. Cuando la corriente eléctrica cesa, el vidrio se solidifica y los gases se captan para su posterior tratamiento.

Cabe hacer mención que con estos sistemas *in situ* se elimina la posibilidad de contaminar los acuíferos, pero se destruye el suelo que es un material natural invaluable que tarda miles de años en formarse y que es vital para la vida (se considera la piel de la tierra).

### **3.1.2. oxidación con aire húmedo (wet air oxidation)**

Es un tratamiento que rompe los compuestos orgánicos e inorgánicos oxidables, ya sea que se encuentren como sólidos en suspensión o disueltos. Se realiza a altas temperaturas y presiones, y en un ambiente acuoso. Se desarrolló para tratar los lodos de plantas de tratamiento que contienen cantidades considerables de agua y, por lo tanto, se puede aplicar para tratar residuos líquidos o en forma de lodos que contienen compuestos peligrosos como orgánicos halogenados, cianuros inorgánicos y orgánicos, y fenoles, que no son fácilmente biodegradables. También se puede utilizar para reactivar el *carbón activado* que ha perdido su capacidad de adsorción.

### **3.1.3. tratamiento térmico por infrarrojo**

Se genera radiación infrarroja y se tratan los gases con tiempos de retención adecuados. Se logra quemarlos transformándolos a cenizas, soluciones acuosas y gases de combustión que se filtran. Presenta las mismas desventajas de la incineración, ya que sus residuos sólidos a su vez requieren ser confinados.

### **3.1.4. incineración en lecho fluidizado**

Son incineradores utilizados para destruir sólidos halogenados y no halogenados. Funcionan con matrices sólidas, líquidas y lodosas. El proceso se realiza en una atmósfera sobreoxigenada. Estos sistemas también se usan para destruir bifenilopoliclorados (PCB), fenoles y descontaminar suelos. Presenta las mismas desventajas de cualquier incinerador que emite compuestos gaseosos bioacumulables, aunque sea en concentraciones por abajo de la norma, y no permite establecer sistemas de reuso o reciclado.

### **3.1.5. incineración en horno rotatorio**

Son incineradores ligeramente inclinados con cilindros refractarios. Se utilizan para incinerar sólidos orgánicos y lodos. El método cumple con la normatividad para residuos peligrosos de EEUUA. Es una combustión que debe realizarse bajo condiciones controladas de oxígeno. Las desventajas de la incineración ya han sido comentadas.

## **3.2. tratamientos fisico-químicos**

### **3.2.1 extracción química**

Se basa en extracciones de los contaminantes con diferentes disolventes no polares y polares, incluyendo agua. Se obtienen tres fases: la orgánica, la acuosa y la sólida. El residuo necesita un pretratamiento antes de adicionar el disolvente para que puedan manejarse los lodos con bombas. Se requieren condiciones alcalinas (pH 10) para que los disolventes no se oxiden. No se puede aplicar esta técnica a materiales que contienen metales pesados o componentes inorgánicos. Una vez obtenidos los disolventes no polares se destilan para su reciclado y el residuo se trata por algún tratamiento térmico o se confinan. En el caso de las extracciones acuosas se utiliza un filtro de carbón para separar los orgánicos del agua, y si tiene metales arriba de un límite permisible, estos deben precipitarse. Los aceites, dependiendo de su composición, son posibles de reutilizar, en caso contrario se deben destruir térmicamente. Los sólidos se analizan para determinar si se necesita una posterior estabilización antes de ser confinados.

### **3.2.2 tratamiento químico *en situ***

Este tratamiento se realiza en la propia planta industrial, utilizando disolventes. Una vez extraídos los contaminantes se llevan a cabo diversas reacciones para estabilizarlos, entre ellas neutralizaciones, reacciones ácido-base, oxidaciones, reducciones y precipitaciones; o se añaden reactivos específicos. Puede aplicarse, entre otros, a residuos que contienen hidrocarburos halogenados o no halogenados, bifenilos policlorados y iones metálicos.

También se puede utilizar la adición de nutrimentos para promover el crecimiento microbiano y acelerar la biodegradación. Se considera necesario comentar que la biodegradación resulta el único método recomendable para limpiar suelos *in situ* (Fuller, W. y Warrick, A. 1985).

### **3.2.3 lavado del suelo**

Extrae contaminantes de matrices sólidas con capacidad de adsorción a través de mecanismos como el de intercambio (suelos, sedimentos, etc.) utilizando un medio líquido que es una mezcla de disolventes orgánicos, agua, agentes quelatantes y surfactantes, ácidos o bases; de acuerdo con la naturaleza del contaminante que se quiere remover. Este proceso se puede realizar directamente sobre suelos para recuperar los lixiviados o limpiar las aguas profundas. Este método presenta varias desventajas, los nutrimentos y componentes normales del suelo se pueden lixiviar junto con los contaminantes, además la recuperación de los lixiviados puede no ser completa y contaminar cuerpos de agua no controlados.

### **3.2.4 refluo de los suelos**

Consiste en inyectar un disolvente o una solución surfactante al suelo directamente en el terreno contaminado y recuperar por bombeo el lixiviado. El principio es similar al descrito en el inciso 3.2.3 y sus desventajas parecidas. Se requieren de pozos de extracción en la zona contaminada, pozos de reinyección y un tratamiento para las aguas que contienen los contaminantes, y que son bombeadas. Se utiliza principalmente para remover orgánicos volátiles de suelos permeables.

### **3.2.5 decloración con glicolato**

Se utiliza polietilén glicolato de potasio para eliminar los halógenos de ciertos tipos de orgánicos clorinados en líquidos, sólidos y lodos contaminados con orgánicos. Se aplica para aceites con dioxinas y diesel que contiene PCB, dioxinas y clorobencenos, para convertirlos en materiales de menor toxicidad. El reactivo reacciona con las moléculas orgánicas, desplazando al ion cloro. Se requiere mezclar el material contaminado con este reactivo en partes iguales en un reactor y posteriormente calentar para que la reacción se lleve a cabo. El tiempo de reacción varía de 0.5 a 5.0 horas, dependiendo del tipo de contaminante y su concentración; y, finalmente, del nivel de eficiencia en la eliminación del cloro que se quiere lograr.

### **3.2.6 eliminación térmica a bajas temperaturas**

Se utiliza para eliminar compuestos volátiles orgánicos de los residuos. Con un flujo de aire a temperaturas adecuadas se volatilizan los compuestos orgánicos que son atrapados en filtros de carbón o enviados a sistemas térmicos de mayor temperatura. Se utiliza para descontaminar suelos y otros materiales similares de orgánicos con puntos de ebullición menores a 800 °F y con concentraciones no mayores al 10% de compuestos orgánicos y menos del 60% de humedad. Las temperaturas relativamente bajas en presencia de nitrógeno evitan reacciones de oxidación no deseadas.

### **3.2.7 tratamiento al vacío y extracción por vapor (*in situ*)**

Al igual que la técnica anterior, ésta se utiliza para remover compuestos orgánicos en suelos y materiales similares. Se requiere establecer pozos para realizar el vacío, para monitorear y bombas adecuadas. Éstas se conectan al sistema de pozos distribuidos en el terreno contaminado y arriba del manto freático. Los pozos de monitoreo ubicados alrededor de los anteriores funcionan para medir la presión de vacío obtenida en campo. Se recuperan los vapores y se envían a un filtro de carbón o un sistema térmico para su destrucción. Si es necesario se limpian los acuíferos. Debe hacerse notar que el sistema es muy complicado y caro, pero no puede asegurar totalmente la limpieza del acuífero, pues muchas veces el contaminante se adsorbe en las arcillas, en sitios donde no se logra crear el vacío suficiente para su eliminación; por lo que posteriormente los orgánicos pueden desorberse y recontaminar el acuífero.

### **3.2.8 estabilización/solidificación**

Se aplica a sólidos, líquidos y lodos. La estabilización (no termodinámica) se puede realizar *in situ* o en tanques o en contenedores donde se realizan las reacciones de estabilización: reducción de la movilidad química y física de las especies peligrosas.

Varias técnicas pueden utilizarse en forma conjunta para obtener un sólido que no lixivie. Especialmente es útil para residuos inorgánicos, en los cuales primero se ajusta el pH a niveles básicos ( $\cong 8$ ) para disminuir la solubilidad de los metales no alcalinos, y después se mezcla con los materiales sólidos de muy baja solubilidad como cemento, plásticos y polímeros orgánicos. Posteriormente, el producto se puede enviar a confinamiento o relleno sanitario y regularmente se debe evaluar la calidad de los lixiviados.

### **3.2.9 óxido reducción química**

Se utiliza para estabilizar materiales oxidantes o reductores y también sustancias que al oxidarse o reducirse pierden su peligrosidad. Especialmente, se ha aplicado a los cianuros, cromatos y otros metales susceptibles a precipitar a pH básicos. Los agentes oxidantes pueden ser cloro gaseoso, permanganatos, cromatos, peróxido de hidrógeno e hipocloritos; como reductores se utilizan sulfitos, metales alcalinos, tiosulfatos y metales transicionales en estados de oxidación bajos. Esta tecnología es muy útil, pero debe analizarse las especies formadas ya que en el caso de los cromatos, los promotores de esta tecnología han informado que se transforman en hidróxido crómico; no obstante, cuando se realizó la reducción de los residuos de la ex-planta de Cromatos de México, situada en Lechería, Estado de México (Gutiérrez et al. 1989) se encontró que se había formado sulfato crómico deshidratado que era insoluble, pero que en caso de hidratarse en el confinamiento se podría transformar a una especie soluble.

Se puede aplicar para oxidar materiales peligrosos que contienen bencenos, fenoles, orgánicos diversos, cianuros, arsénico, hierro II y manganeso II; y reducir a los PCBs, hidrocarburos no saturados, cromatos, e iones de mercurio, plomo y plata.

## **4. DATOS SOBRE LA PIRÓLISIS**

### **4.1 generalidades**

Básicamente la pirólisis consiste en la descomposición térmica de las cadenas de carbono (compuestos orgánicos) en ausencia de oxígeno (un medio reductor). Se obtienen hidrocarburos (gas y líquidos), carbón y una fase sólida en donde se recuperan sales, metales y otros particulados. Las condiciones del proceso van desde un calentamiento al vacío (termólisis) hasta condiciones donde se utiliza pequeñas cantidades de oxígeno (Holden T. Ed. 1989).

El proceso es cerrado (no hay emisiones), los productos generalmente tienen valor comercial y es posible controlar la operación mediante sistemas computarizados que determinan las condiciones óptimas del proceso y la composición de los productos finales. Esta técnica ha sido utilizada tradicionalmente para descomponer hidrocarburos entre ellos el gas natural y los compuestos líquidos del petróleo, mediante la descomposición térmica que generalmente se lleva a cabo entre 425 a 760°C. La pirólisis del petróleo, da como productos finales carbón, hidrógeno, alcanos, olefinas acetileno y compuestos aromáticos.

Desde 1975, aparecen informes sobre la posibilidad de aplicar la pirólisis para el manejo de desechos municipales sólidos orgánicos. Actualmente, y debido al avance tecnológico en esta área, ya existen sistemas funcionando comercialmente en los cuales se transforman basuras orgánicas en combustibles que permiten la generación de energía, la cual parcialmente es utilizada en el propio sistema y el resto fuera de él.

La pirólisis no solamente se puede aplicar a residuos municipales sino que "es especialmente útil para tratar residuos peligrosos porque permite un control muy preciso del proceso de combustión. La incineración tradicional es un proceso exotérmico que requiere de temperaturas entre 800 a 1370°C. La temperatura se controla ajustando la velocidad de alimentación de los residuos y la cantidad de aire. El control es muy difícil y a menudo no es el adecuado.

En la pirólisis el primer paso es endotérmico y, generalmente como ya se comentó, se lleva a cabo de 425 a 760°C. Los compuestos orgánicos peligrosos se volatilizan dejando un residuo limpio, ya que



se separa durante la pirólisis la fracción inorgánica (sales, metales y particulado diverso). Los gases ya limpio se pueden quemar en un incinerador. Mediante este proceso se logra una eficiencia de más del 99.99999%, el equipo es más simple y se logra un control mucho mayor que con los sistemas tradicionales de incineración.

Se puede aplicar a sólidos, lodos y líquidos residuales. La pirólisis es más adecuada que otros tratamientos para los siguientes tipos de residuos:

- lodos viscosos y/o muy abrasivos o que su consistencia varia mucho lo cual dificulta su atomización.
- residuos que cambian durante el calentamiento, como es el caso de plásticos
- materiales que contienen sales o metales que funden o pueden volatilizarse durante el calentamiento. Materiales que dañan los equipos a las temperaturas de incineración o que emiten aerosoles.
- líquidos o lodos de alto contenido de cenizas

Especialmente resulta recomendable para:

- residuos almacenados en contenedores o tambores que no pueden ser drenados
- inorgánicos volátiles, como NaCl, FeCl<sub>2</sub>, Zn y Pb
- residuos con alto contenido de cloro, azufre y/o nitrógeno"

## 4.2 fundamentos

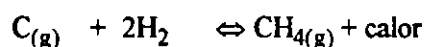
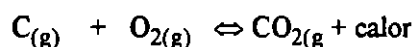
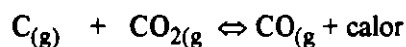
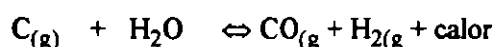
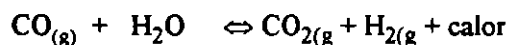
Tanto el estudio como las aplicaciones de la pirólisis se remontan a la década de los años 30, y se refieren a los mecanismos de reacciones de compuestos orgánicos y la producción de combustible (gasolina, aceites, etc.) a partir de productos forestales. En años más recientes, Inove, K. et al. (1973) y Suciú, G. C. (1974), se enfocaron al estudio más específico de las condiciones operacionales, así como del tipo de productos que se llegan a obtener en dicho proceso en función de la temperatura, de las condiciones atmosféricas internas del proceso (O<sub>2</sub> y presión) y del tipo de material tratado mediante la pirólisis.

#### 4.2.1 reacciones y parámetros del proceso

Dentro del proceso de la pirólisis, se llevan a cabo diversas reacciones, la principal se refiere al rompimiento de enlaces carbono hidrógeno y a las escisiones de las cadenas de carbono, cuyo tamaño es el principal factor que determina el estado físico de los productos (gases, líquidos y sólidos covalentes moleculares). Las principales reacciones se presentan a continuación:



reacciones secundarias:

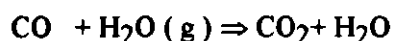
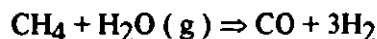


En cuanto a los residuos sólidos del proceso se puede generar carbón en forma de un polvo muy fino y ligero el cual puede ser fácilmente obtenido de materiales cribados que contengan el compuesto original; por ejemplo: plástico. Este residuo sólido tiene como característica que poseen un alto valor calorífico, y puede ser adicionado a los suelos ya que aumenta el grado de humificación o mejorado para producir carbon activado.

Con respecto a los productos gaseosos se generan hidrógeno, monóxido de carbono, metano y etileno. Es pertinente mencionar que los gases producidos poseen altos valores caloríficos. Por otro lado, en la fracción líquida se obtienen productos como el alquitrán (brea), aceites ligeros y alcoholes. El rendimiento específico de los productos del proceso de pirólisis esta influenciado por el tiempo de residencia, temperatura, tamaño de partícula del material alimentado y la atmósfera. Una proceso pirolítico que se realiza a temperatura baja que fundamentalmente conduce a reacciones alifáticas, y en una pirólisis a más altas temperaturas se aromatizan las fracciones alifáticas.

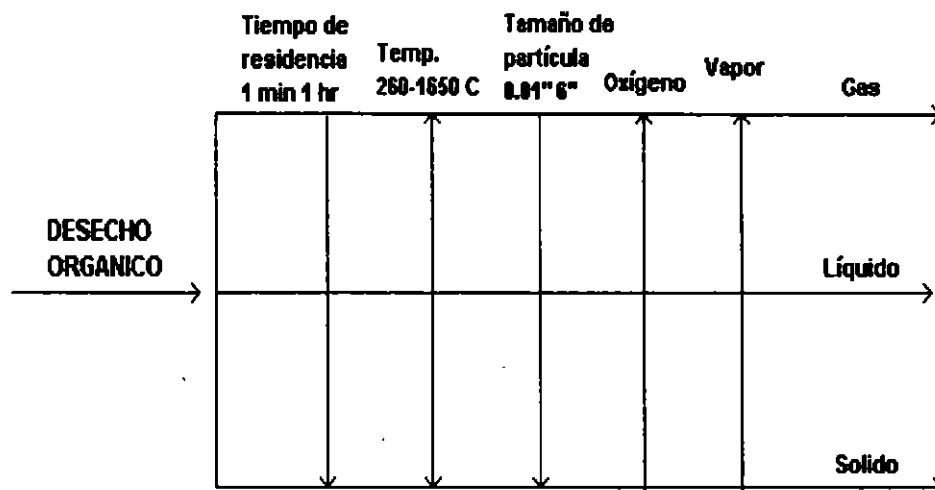
Cuando existe un incremento en la temperatura del proceso el rendimiento del producto se ve afectado de la siguiente manera:

- el residuo sólido disminuye con el aumento de la temperatura, debido al aumento en la conversión de carbono a gas;
- la cantidad de agua disminuye con el aumento de la temperatura debido a reacciones con monóxido de carbono y metano;



- la cantidad de aceites ligeros condensados disminuye con el aumento de la temperatura debido a reacciones de "cracking" las cuales dan productos de bajo peso molecular;
- finalmente, el rendimiento de los gases y el contenido calorífico aumentan con la temperatura.

Figura 3



Parámetros que influyen en el rendimiento del proceso de pirólisis  
Tomado de Leidner, J. (1981).

#### 4.2.2 tipos de sistema de pirólisis

Leidner (1981), establece que la mayor parte de los sistemas de pirólisis son muy similares antes de cargar los desechos sólidos municipales en el reactor de pirólisis. El producto alimentado es secado y triturado y se introduce al reactor oxígeno o aire -en el caso de reactores de calentamiento directo-, o intercambio de calor del medio -en el caso de reactores de calentamiento indirecto-. El calor contenido en los productos de pirólisis es recuperado mejorando la calidad de los posibles productos del proceso final.

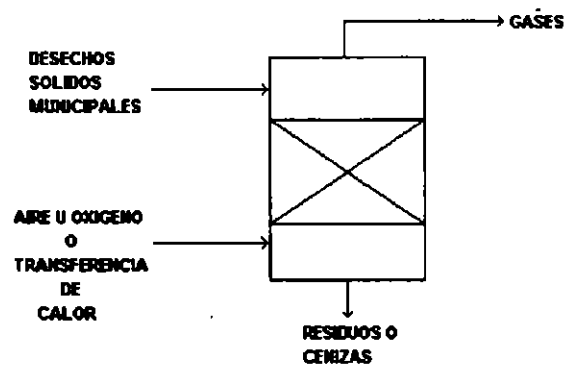
Entre los tipos de reactores que se usan en pirólisis, los más populares son :

- ◆ el reactor de eje
- ◆ reactor de horno rotacional
- ◆ reactor de lecho fluido

En los reactores verticales la alimentación de los desechos sólidos municipales se alimentan por la parte superior, depositándose en el fondo por su propio peso. El oxígeno, aire, o calor de cambio se

alimenta por la parte inferior del reactor. Los gases generados en el proceso pasan hacia arriba y son removidos por la parte superior.

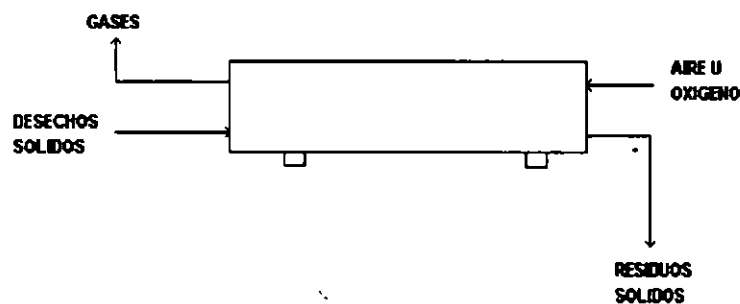
**Figura 4**



**REACTOR DE HELICE VERTICAL**

El reactor de horno rotacional es un cilindro con movimiento rotacional a un ángulo conveniente. La alimentación es en uno de los extremos del reactor, el material se transporta debido a la pendiente y al movimiento rotacional.

**Figura 5**



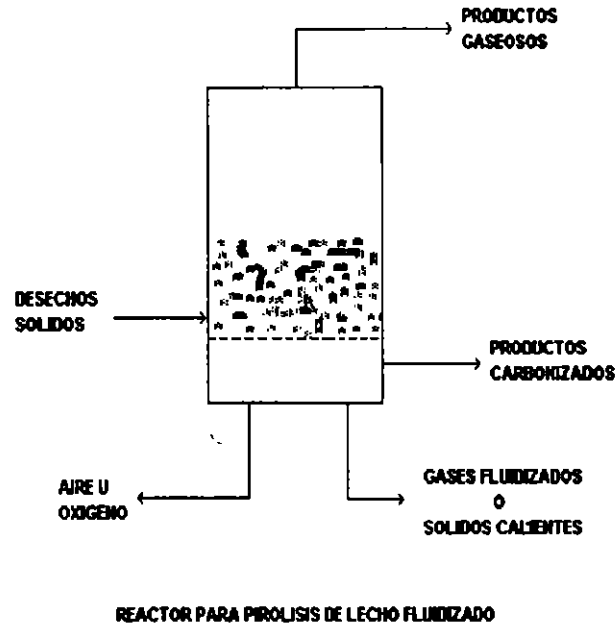
**REACTOR PARA PIROLISIS DE HORNO ROTACIONAL**

El reactor de lecho fluidizado se usa habitualmente en procesos de gasificación del carbón. Los desechos sólidos requieren de una pretrituración antes de ser alimentado, ya que la fluidización requiere de un material razonablemente uniforme. Estos reactores operan a bajas temperaturas en un intervalo de (1400-1800 °F) por debajo de la temperatura a la cual se forman escoriaciones. El calor necesario para el proceso de pirólisis se genera por una oxidación parcial de los desechos o por recirculación precalentada de los sólidos fluidizados. Una desventaja del reactor es que requiere de una considerable preparación de la cámara de alimentación y la ventaja principal es que ofrece un buen control de la temperatura.

De acuerdo a los resultados de pruebas de laboratorio para la destilación destructiva de desechos orgánicos y la posibilidad de gasificar completamente la materia orgánica, que fueron realizados en 1967 con basura homogénea, se confirmó que era posible aplicar la pirólisis para la destrucción de desechos municipales. En cuanto a la emisión de gases durante el proceso, se encontró que la cantidad de gas producida es alta cuando el proceso se lleva a cabo a temperaturas altas o bajas, con una baja producción de intermediarios, lo cual indica que es posible realizar el proceso por la adición rápida de calor. Además la información obtenida en los estudios que realizaron Kaiser y Friedman, en Drobny (1980) sugieren que el carbón producido durante la pirólisis puede ser convertido en gas

mediante la adición de oxígeno al medio ambiente después de la pirólisis y así, el calor producido de la combustión del carbón pirolizado es tal que puede ser utilizado para pirolizar más desechos que entran al proceso lo cual hace que el calor desprendido sea reutilizable.

**Figura 6**



#### 4.2.3 productos de la pirólisis

En estudios realizados con desechos sólidos de composición heterogénea (Drobny, 1980) se encontró que los productos de la pirólisis son gases, líquidos (alquitrán) y sólidos. Todos estos constituyentes representan formas potenciales de energía que pueden ser reutilizables o empleadas para incinerar, posteriormente, uno o más productos y además se reduce el volumen original en un 50% o más.

De una tonelada de desechos municipales se obtienen:

- 154 a 424 lb de sólidos
- 0.5a 6 galones de alquitrán
- 1 a 4 galones de aceite

- 97 a 133 galones de alcohol
- 16 a 32 lb de sulfato de amonio
- 32 a 18058 pie<sup>3</sup> de gas

Y de una tonelada de desechos industriales (constituida principalmente de papel, trapo y cartón) se generan:

- 618 a 838 lb de sólidos
- 1.5 a 3 galones de aceite
- 68 a 75 galones de alcohol
- 12 a 23 lb de sulfato de amonio
- 9 270 a 14065 pie<sup>3</sup> de gas

Los datos anteriores muestran que la energía obtenida del gas es más que suficiente para proporcionar el calor necesario para la pirólisis (fig.7).

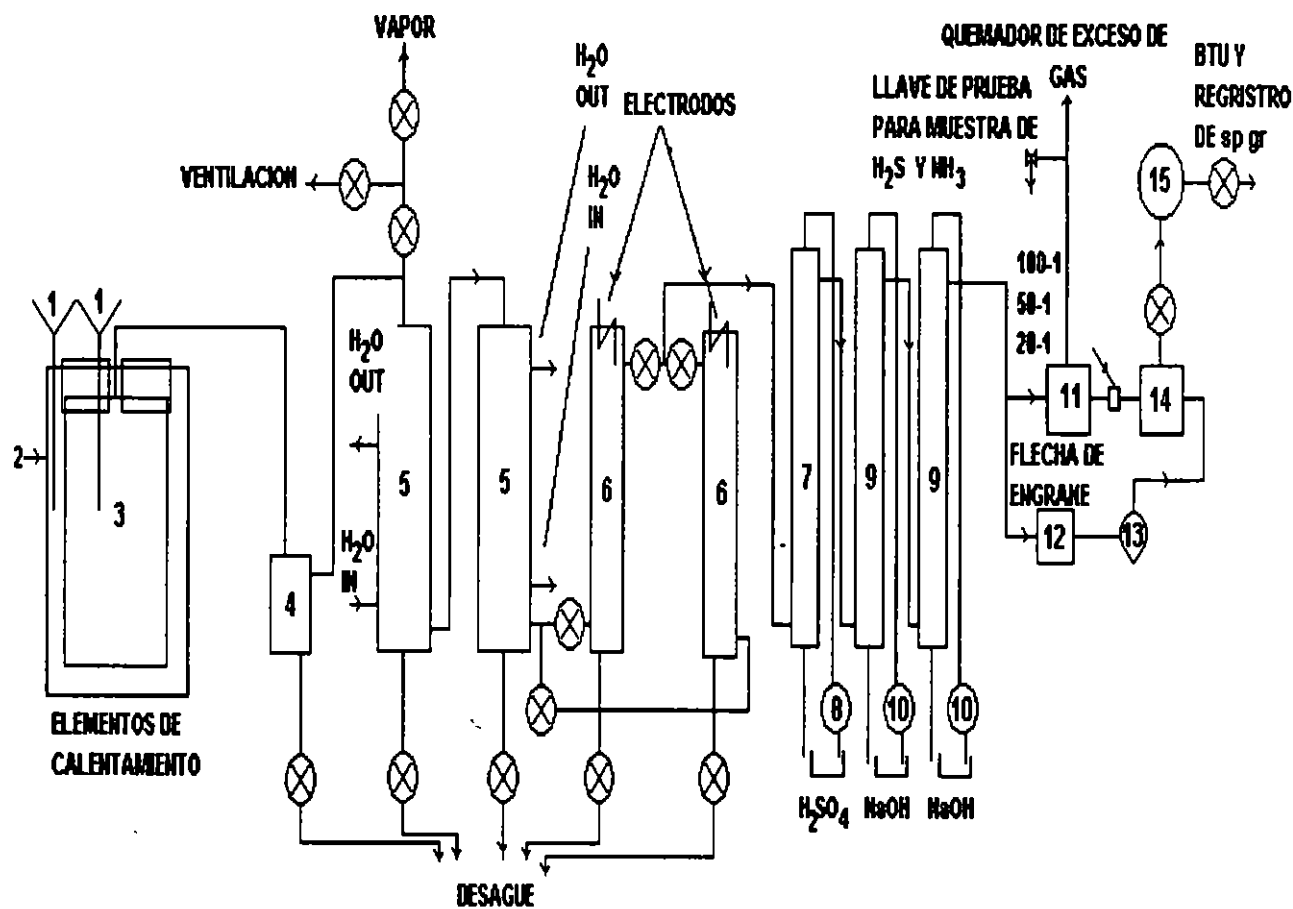
Se ha estudiado el uso de la pirólisis para la degradación y obtención de diversos compuestos. Rodríguez Jiménez et al.(1989) estudiaron la conversión de desechos de lignocelulosa por medio de la pirólisis, para producir combustibles, mediante un proceso de calentamiento ultra rápido en un intervalo de 500-600°C. Radlein, D. et al., (1992) informaron la obtención mediante una pirólisis rápida de lignoglucosa a partir de celulosa de hidroxiacetaldehído, percatándose, que según las condiciones de temperatura la reacción puede seguir rutas alternas. La pirólisis es un proceso que por las condiciones en las que opera y los productos formados, no sólo es posible utilizarla en el tratamiento de desechos sólidos o líquidos, sino que es factible utilizarla como herramienta complementaria en el análisis químico. Por ejemplo, se ha caracterizado el material químico orgánico mediante una combinación de pirólisis y cromatografía de gases o se ha utilizado para obtener información acerca de la degradación térmica de compuestos orgánicos e incluso de desechos radioactivos.

Con el avance tecnológico logrado en el transcurso del tiempo se han ido instrumentando sistemas de control para una pirólisis óptima, desde 1974 se han desarrollado sistemas de control por computadora para el tratamiento de diversos disolventes (etileno, propileno y gasolina). Existe una relación muy estrecha entre el tipo de material que se procesa y el equipo más adecuado que se debe utilizar. Es necesario considerar las características del material según el tipo de reactor para obtener una mejor eficiencia; por ejemplo para un reactor de lecho fluidizado se deben tomar en cuenta el tamaño de partícula, su homogeneidad ( el número y tipo de componentes que conforman el material) y, en general, todas las características que se consideren importantes para poder determinar que tipo de productos se obtendrán al final del proceso.

Bandik, et al., (1972) proponen la pirólisis de hidrocarburos en un reactor experimental de alta temperatura de flama, en el que se mide el efecto del oxígeno en la composición de los gases resultantes, además determinan las condiciones para un máximo rendimiento. En 1973, von Klenck, et al. propusieron una modalidad diferente de reactor pirolítico. Éste consiste básicamente en un líquido que se pone en contacto directo con el material a tratar, los cuales forman una nata que es continuamente retirada y en donde los gases formados son empleados para generar energía eléctrica, la cual se utiliza en la operación del horno para mantener la fluidez del material fundido.

Finalmente, se debe considerar que dentro de las varias condiciones operacionales de los hornos de pirólisis, es posible seleccionar aquella en la que la concentración de oxígeno es baja o hay una ausencia total del mismo (termólisis). Para esta última condición, en 1976 se diseñó un

transformador anaeróbico de basura que cuenta con un triturador. La basura ya cribada se transporta al interior del horno que contiene un condensador de gases, los cuales pueden ser reutilizables, así como los productos líquidos y sólidos obtenidos.



- 1) TERMOACLOPADOR
- 2) HORNO ELECTRICO
- 3) CAMARA
- 4) TRAMPA DE ALQUITRAN
- 5) CONDENSADOR TUBULAR
- 6) PRECIPITADOR ELECTROSTATICO
- 7) NEUTRALIZADOR DE AMONIO
- 8) BOMBA DE ACIDO
- 9) NEUTRALIZADOR DE DIOXIDO DE CARBONO Y H<sub>2</sub>S
- 10) BOMBA CAUSTICA
- 11) MEDIDOR DE GRAN CONTENIDO DE HUMEDAD
- 12) TUBO DE SECADO
- 13) TUBO DE CONDENSADOR DE ACEITE

- 14) MEDIDOR DE PEQUEÑO CONTENIDO DE HUMEDAD
- 15) CONTENEDOR DE MUESTRA DE GAS

Figura 7. Diagrama de un pirolizador pionero



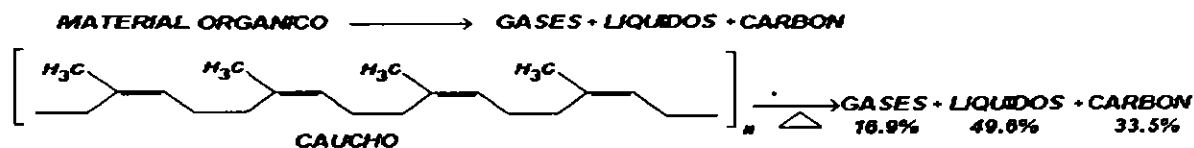
Mingxie, et al, (1991) llevaron a cabo un estudio experimental para el tratamiento de desechos radioactivos que contienen plástico y caucho, mediante un proceso de pirólisis, los cuales son quemados perfectamente bajo ciertas condiciones obteniéndose un factor de reducción de volúmenes muy alto y un proceso bien controlado. También se ha aplicado sistemas de pirólisis para la destrucción de desechos sólidos generados en servicios hospitalarios tales como jeringas, frascos y otros materiales.

Se han desarrollado métodos para optimizar el tratamiento de hidrocarburos y residuos orgánicos para su uso como fuente de energía, entre estos se encuentra un reactor de pirólisis ultra rápido que adiciona calor para la pirólisis de desechos orgánicos y sólidos recuperando diversos productos petroquímicos. El material crudo es recuperado de desechos petroquímicos mediante una pirólisis ultra rápida de los sólidos granulados.

Los gases son transportados mediante un tubo helicoidal metálico. Los productos sólidos son separados y los productos primarios líquidos de la pirólisis son condensados. El gas combustible de bajo contenido calórico que se produce en el quemador proporciona el calor para la combustión, mezclándolo con el gas transportador, de manera que se logra implantar un proceso cíclico.

El caucho, llantas, etc. son pirolizadas en un reactor ultra rápido (0.41 s de tiempo de residencia y 550 °C de temperatura) obteniéndose 33.5 % de carbón, 16.9 % de gases, y 49.6 % de líquidos. El líquido recuperado son hidrocarburos líquidos de un grado similar al aceite del número 2 y contiene compuestos como benceno, xileno, tolueno, estireno, y limoneno. Los gases recuperados contienen principalmente 12.58 % de hidrógeno, 22.46 % de metano, 15.15 % de etano, 13.77 % de propano y 9.67 % de isobutano.

**Figura 8. Pirólisis del caucho**



### 4.3 incineración vs pirólisis

La incineración es una técnica en la cual se descomponen los residuos en un ambiente rico en oxígeno y a altas temperaturas. Como cualquier otro dispositivo de combustión, su eficiencia depende de ciertos factores, tales como el suministro de aire, cantidad del material a procesar, el contenido de

humedad, tiempo de combustión, temperatura, y, además, de la naturaleza y forma química del material a tratar. De estos dos últimos factores depende la toxicidad de los gases liberados en las chimeneas de humos, así como los residuos de incineración ( cenizas y escorias).

En este proceso es determinante la temperatura y el tiempo de residencia, siendo los valores mínimos de 1000°C y 1 seg. de residencia, en cuanto a otros factores son a considerar se deben considerar la cantidad de aire suministrado, el tamaño del quemador, y el porcentaje de oxígeno a la salida de la caldera y de llenado. La calidad de la combustión es inversamente proporcional a los niveles generados de CO. Cuando el contenido de CO proveniente de la combustión, es bajo, el proceso se está llevando a cabo correctamente. Los gases emitidos es necesario que sean descontaminados, es decir neutralizados o filtrados, pues de no llevarse a cabo estas operaciones la incineración sólo es otra manera de contaminación. Un riesgo que presenta la incineración, es que a las temperaturas que se realiza se forman compuestos muy estables (dioxinas) que no se descomponen sino se acumulan en el ambiente y biota. La única recuperación de valor de la incineración la conforma el aprovechamiento del calor de los gases de las chimeneas.

La pirólisis que ya funciona comercialmente para la disposición de residuos peligrosos y para residuos especiales como plásticos, llantas, lubricantes gastados y disolventes ( Holden, Tim et al. 1989). Los desechos tratados por pirólisis en combinación con las ventajas de la incineración a altas temperaturas y a fuego lento, pueden ser casi completamente reciclados y los residuos de este proceso que se envían al entorno se integran a los ciclos naturales. Por lo que este proceso se puede considerar como un sistema prácticamente limpio.

La principal diferencia entre la incineración y la pirólisis es:

- la incineración es un proceso exotérmico que se realiza en una atmósfera oxidante donde los compuestos formados tienen menor entalpía que los reactivos y la mayoría son gases sin uso prácticos.
- la pirólisis es un proceso endotérmico que se lleva a cabo en ambientes reductores (sin oxígeno) donde los compuestos formados tienen mayor entalpía que los reactivos. Los productos son gases, líquidos y sólidos reutilizables.

De acuerdo con Bell and Verjavandi J:J. 1974 , Tomado de Leider , J "Plastics Waste Recovery of Economic Value, entre las principales ventajas que ofrece la pirólisis para el manejo de residuos municipales, se encuentran las siguientes:

- los residuos sólidos municipales pueden ser convertidos en productos económicamente rentables.
- el volumen de desechos puede ser reducido en un 90% o más
- no causa problemas de contaminación del aire
- es un proceso que requiere de pequeños espacios, resultando en bajos costos para su transportación.

- es un proceso que produce energía neta.
- la energía se obtiene de los productos de la pirólisis: gas, aceite, carbón y materiales inertes
- el proceso establece algunas variables químicas que pueden ser recuperadas.
- durante la pirólisis, se pueden recuperar diferentes productos, entre ellos metales en formas reducidas (sólidas), dado que los procesos de oxidación son mínimos.

A continuación se listan las ventajas y limitaciones que presenta la pirólisis cuando se aplica a residuos peligrosos, muchas de las cuales son similares a las ya descritas en forma general (Freeman, H. Ed. 1989).

ventajas:

- la pirólisis requiere de menores temperaturas que la incineración, por lo tanto aumenta la vida de los refractarios y disminuye las necesidades de mantenimiento,
- no requiere de un control de emisiones tan complejo como el de los incineradores,
- el carácter endotérmico permite el control de proceso,
- residuos sólidos o líquidos pueden ser homogenizados, transformándolos mediante la pirólisis en una corriente gaseosa muy adecuada para una incineración controlada,
- los constituyentes recuperables quedan en la fase sólida,
- se reduce el volumen de residuos considerablemente,
- vapores condensables con valor económico se pueden recuperar,
- vapores no condensables pueden utilizarse como fuente de energía,

limitaciones:

- parte de los componentes con valor energético pueden ser retenidos por el carbón
- se requiere de incineración para "destruir" sustancias carcinógenicas presentes, de acuerdo a los requerimientos legales

"En la mayoría de los casos las cenizas que el proceso genera no son peligrosas. Si es necesario los residuos ricos en carbón se tratan nuevamente con calor. Este tipo de tratamiento disminuye en forma importante el volumen original"(Freeman, H. M. ed. 1989).

En el cuadro 1 se analizan comparativamente algunas de las características de las diferentes técnicas para el manejo y disposición de residuos

**Cuadro 1. Comparación de técnicas para manejo de residuos**

TÉCNICA APLICADA	TIPO DE BASURA	USOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Incineración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo tipo de basura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de energía en forma de vapor de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía obtenida se puede transformar en energía cinética, calórica o eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera gases que son liberados a la atmósfera propiciando una fuente de contaminación</li> <li>• Se requiere de un control muy riguroso de la temperatura</li> <li>• Puede requerir de energía adicional</li> <li>• Los subproductos de la incineración requieren de tratamientos específicos. humos, escorias y cenizas (residuos peligrosos)</li> <li>• La energía calorífica producida en los incineradores no puede ser almacenada por largos períodos de tiempo</li> </ul>
<b>Incineración por plasma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene un mínimo de residuos sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo muy elevado</li> <li>• Se requiere de un control muy estricto de la temperatura</li> </ul>
<b>Composta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desechos biodegradables no tóxicos ni peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es caro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene un mercado viable</li> <li>• Es un proceso temporal</li> <li>• Su almacenamiento debe ser por períodos cortos</li> <li>• Disponibilidad de tierra</li> <li>• Requiere de un proceso de destrucción secundaria</li> <li>• Implica gastos de transporte</li> <li>• Propicia focos de contaminación al ser procesada o almacenada al aire libre</li> </ul>
<b>Relleno Sanitario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inerte no peligrosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cubren superficies no uniformes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de disposición final de productos inertes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración compleja y precisa</li> <li>• Ubicación adecuada</li> <li>• Gastos de mantenimiento</li> <li>• Formación de vectores que propician enfermedades</li> <li>• Requiere obra civil y maquinaria pesada</li> </ul>
<b>Pirólisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basura de alto contenido calórico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de productos sólidos líquidos y gaseosos no tóxicos</li> <li>• Reduce la basura hasta a un 90 % o más</li> <li>• La energía generada puede ser utilizada para mantener el mismo proceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control riguroso de los parámetros que intervienen en el proceso</li> <li>• Para ciertos residuos peligrosos se requiere incinerar los gases</li> </ul>

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ☛ La pirólisis resulta una opción amable para tratar térmicamente los residuos
- ☛ Las soluciones tradicionales sólo dan resultados parciales. Por lo tanto, se requieren sistemas integrales en donde se consideren principalmente tecnologías que permitan recuperar el valor de los desechos.
- ☛ Se recomienda que las estrategias de solución para los municipios sean establecidas por especialistas no comprometidos con determinadas tecnologías comerciales.
- ☛ Se requieren datos reales sobre aspectos del físicos del entorno, sociales, económicos y políticos de la región; así como un amplio conocimiento sobre tecnologías limpias.

## BIBLIOGRAFÍA

- AKBAR, A. M. Y PETRICH M.A. (1993). "Pyrolysis of Scrap Tires and Conversion of Chars to Activated Carbon". *AIChE Journal*. Vol.39, No. 8. August.
- BANDIK, K. A.; NOVGORODOV, E. N.;(1972). "Pyrolysis of Gasoline by Altigh-Temperature flame in an Experiemental". *Funks Org. Scedin. Polim.* 127-34.
- BANSE, M.J. AND STRAUCH, P (1966). "Importance of Prefermentation in Composting". *Compost Science*. Vol. 6 (3), Autumn-Winter, p.p. 17-23.
- BELL , P.R.;VARJAVAND, J.J.(1974)."Pyrolysis-Resourse Recovery from Solid Waste". *Australian Waste Management Control Conference, University of South Wales, Australia.*
- BOGUE, D. AND BOSTON, R.J (1968). "Solid Waste Disposal a New Area of Pollution". *Georgia Municipal Journal*. Vol. 18, February, p.p. 14-15.
- BREIDENBACH, A.W. (1971) "Compostings of Municipal Solid Waste in the United States". U.S. Enviromental Protection Agency Publ. No. SW-47. GRAF PRINTING OFFICE.
- CALIFORNIA UNIVERSITY. (1952) "Analysis of Refuse Collection and Sanitary Landfill Disposal". *Technical Bolletin No.8 Sanitary Engineering Research Project, Richmond, University of California, Section 37, December.*
- CHENG, SHANG-I.(1975)."Pirolisis System and Process". *U.S.Pat.Appn 645,503* 16pp 30 Dec.
- CLARK, R.M. AND TOFOTHER, R.O. (1972) "Land vse Planning and Solid Waste Management". *Public Works*, Vol. 103, March, pp. 79-80, 98.
- COHAN, L.J. (1972) "Steam Generation from Solid Wastes". *Paper Presented at Connecticut Clean Power Symposium, West Hartford.*
- DROBNY, N.L. ; HULL, M. E. ; TESTIN, R.F.(1980)." Recovery and Utilization of Municipal Solid Waste" U.S.P.H.S. Publication No. 1908
- EARL M. BILGER; HAROLD HIVVERT.(1936)."Mechanism of Organic Reactions. IV Pirolisis of esters and acetals". *Journal American Society.* 58:823-6.

- FAITH, W.L. ; MEDRICK , J.E.(1938). "Laboratory Equipment for Instruction in Thermal Decomposition" . Trans. Am. Inst. Chem. Engrs. 34:21-9.
- FIFE, J.A. (1973) "Solid Waste Disposal Incineration or Pyrolysis?". *Environmental Science and Technology*. Vol. 7, No. 4 April. p. 308.
- FREEMAN H. M. ED. (1989). *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*. McGraw Hill. U.S.A:
- HAMMOND, V.L. (1972) "Pyrolysis -Incineration Process for Solid Waste Disposal". Battelle Northwest, Final Report for the City of Kennewich, Washinton, EPA 1-G06-EC-0032-1, December.
- HOFFMAN, D.A. ; FITZ, R. A.(1968)." Batch Retort Pyrolysis of Solid Municipal Waste" . *Environmental Science and Technology*. 2(11): 1023.
- HOFFMAN, D.A. AND FITZ, R.A. (1968) "Batch Report Pyrolysis of Solid Municipal Wastes". *Environmental Science and Technology*. Vol. 2, No.11, November, p. 1023.
- HOLDEN, T. EDITOR (1989). *How to Select Hazardous Waste Treatment Thechnologies for Soils and Sludges. Alternative, Innovative and Emerging Thechnologies*. Pollution Technology Review No. 163. Noyes Data Corporation. USA.
- INOVE, KIMIO; SAKAY, TAMIHARU. (1973)"Tire Waste Treatment Processes by Thermal Decomposition Methods". *Sekiyu To Sekiyu Kagaku*. 17(9):35-9
- KAISER, E.R.; FRIEDMAN, S.B. (1968) "The Pyrolysis of Refuse Components". *Combustion*, May.,31
- LAMP, F. (1975) "Pyrolysis Fundamental Methodology".Int. Symp. on Energy Recovery from Solid Wasted, Kentucky Center for Energy Reserch , Lexington.
- LEIDNER, JACOB. "Plastics Waste Recovery of Economyc Value". Ed. Marcel Dekker INC. 1981, New York.
- MA, MINGXIE; QIU, MINGCAI; WANG, PEIYI; ZHOU, LIANQUAN; LIU, XIAOQUIN; ZHANG, SHUIQING. (1991)"Experimental Study on Pyrolysis Incineration Process For Radioactive Wastes". *Fushe Fanghu*. 11(6), 431-9 (China).
- MALLAN, G.M. and FINNEY, C.S.(1972) "New Techniques in the Pyrolysis of Solid Waste", presented at the 73 rd National Meeting AICHE, Minneapolis, EPA, May, p.107.
- MALLAN, G.M. AND FINNEY, C.S. ( 1972) "New Techniques in the Pyrolysis of Solid Wastes". Presented at the 73 rd National Meeting Alche, Minneapolis, Minnesota, August, 27-30
- MARCO, JACK. (1972) "Advanced Techniques for Incineration of Municipal Solid Wastes". Open File Report. ( SW-38d. of ) EPA,
- Mc. ATEE, R.E. (1992) "Test Plan For ISV Laboratory Pyrolysis Instalations". Report From Energy Res. Abstr. 17 ( 7 ).
- MERSHAFT, A. (1972) "Solid Waste Treatment Technology". *Environmental Science and Technology*. Vol. 6, No. 5 May,
- MERZ, R.C. AND STONE, R. (1966) "Sanitary Landfill Behavior in an Aerobic Environment". *Public Works*, Vol. 97, January, p.p. 67-70.
- PAVONI, L. JOSEPH; HEER E. JOHN; HAGERTY, JOSEPH D (1980) "Handbook of Solid Waste Disposal Material and Energy Recovery."USA.

- PFEFFER, J.T. (1973) "Processing Organic Wastes by Anaerobic Fermentation". Presented at the International Biomass Energy Conference, Winnipeg, Manitoba, May 13-15.
- RADLEIN, D; PISKORZ, J.; SCOTT, D.S. (1992) "Control of Selective in the Fast Pyrolysis of Cellulose". Biomass Energy. Ind. Environ, E.C. Conf. 6 th 1991, 643-9.
- RODRIGUEZ, JIMENEZ, J.J; GARCIA HERRUZO, F; CORDERO ALCANTARA. (1989) "Pyrolysis of Cellulose". Ing. Quim. Madrid. 21 ( 249 ), 141-7.
- S.A.H.O.P. (1978) "NORMAS Y Proyectos para Sistemas de Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos en los Asentamientos Humanos de la Republica Mexicana", México, p.91-100.
- S.A.H.O.P. (1979-1980) "Planes Municipales de Desarrollo Urbano", México,
- SAITO, MACKOTO; SAEKI, KOJI. (1976) "Fluidized bed Thermal Decomposition of Waste Tires and Waste Rubber". *Raba Daijesuto* 28(3),20-7.
- SANNER, W.S.; ORTOGLIO, C.; WALTERS, J.G. AND WOLEON, D.E. (1970) "Conversion of Municipal and Industrial Refuse into Useful Materials by Pyrolysis". U.S. Bureau of Mines, Report of Inv. No. 7428, August,
- SHARP, L.L.; NESS,R.O. (1993) "Gasification Pyrolysis of Waste Plastics for the Production of Fuel-Grade Gas". ACS SYMPOSIUM SERIES. Vol. 515, pp. 129-142.
- STEPHENSON, J.W. (1971) "Some Recent Developments in Disposal of Solid Wastes by High-Temperature Combustion, Pyrolysis and Fluid Bed Reactor". For Presentation Before New York State Action for Clean Air Com. May, 7
- SUCIU, G.C. (1974) "Pyrolysis-Ethylene Production". Ing. Prelucrarii Hidrocarburilor. 2:201-45.
- THEORET, ANTOINE; SIMARD, REAL. (1956) "Pyrolysis of Solid Wastes: a Suitable Source of Energy and Raw Materials". *Ingenieur*.3(25):10-16.
- VON KLENCK, JUERGEN; MICHEL, ERICH; GERSTENAECKER, KLAUS, D. (1974) "Apparatus and Method for the Pyrolysis Treatment of Waste Material". APPL. 9-May. p. 2304369 8-24.
- W.S. SANNEI, C. ORTUGLIO, J.G. WALTERS, AND D.E. WOLFSON. (1970) "Conversion of Municipal and Industrial Refuse into Useful Materials by Pyrolysis". Report of Investigation 7428, U.S. Bureau of Mines. Washington.
- WENNING, H.; PETER, BRENNST-WAERME-KRAFF. (1992) "Pyrolysis of Wastes". 44 (3), 548-552.
- WILSON,D.G. (1993) "Treatment and Management of Urban Solid Waste". Westport, Connecticut.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C U R S O S   A B I E R T O S .

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLI-  
DOS Y PELIGROSOS, 1995.

MODULO II. CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPE-  
CIALES Y HOSPITALARIOS.

FECHA: DEL 22 AL 27 DE MAYO .

TEMA: MARCO LEGAL

EXPOSITOR:

M en I. GUSTAVO SOLORZANO OCHOA.





MARCO LEGAL  
INSTITUCIONAL

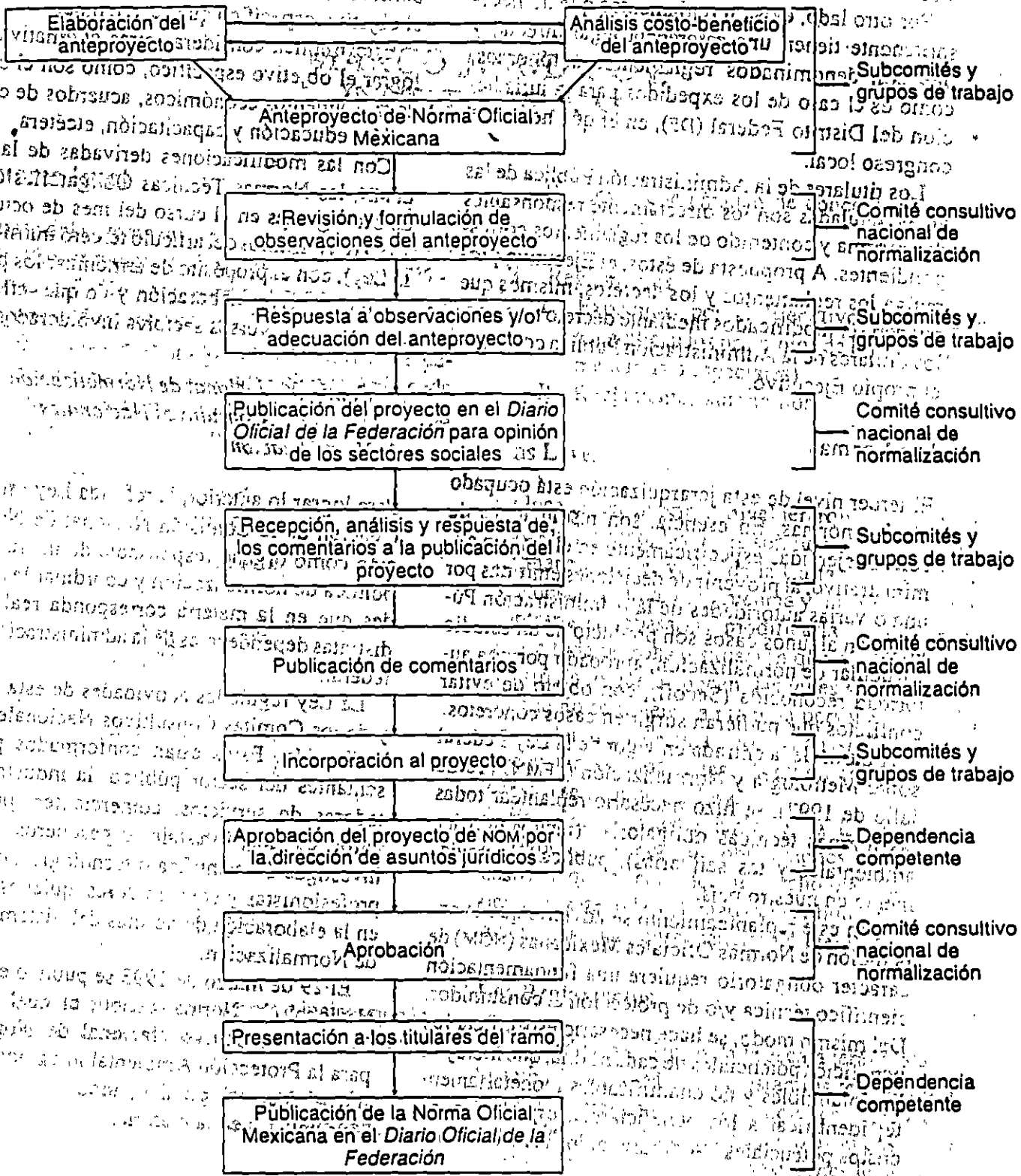
MARCO LEGAL

MENI GUSTAVO SOLORZANO OCHOA\*

\*Tomado de: "Residuos Peligrosos en el Mundo y en México", No. 3 de la Serie Monografías del Instituto Nacional de Ecología, México, 1993.

Figura 6.

Proceso de elaboración y publicación de las Normas Oficiales Mexicanas



**Cuadro 18**  
*Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*

Artículo	Fracción	Secretaría correspondiente	Disposiciones
3	VIII	Energía, Minas e Industria Paraestatal	Regular la industria petrolera, petroquímica básica, minera, eléctrica y nuclear.
32	XXIII, XXIV, XXV, XXVI	Desarrollo Social	Conducir la política de saneamiento ambiental. Establecer normas y criterios ecológicos. Ejecutar acciones en situaciones de contingencia y emergencia ambiental.
34	XXI	Comercio y Fomento Industrial	Regular y promover el desarrollo de la industria de la transformación, y suministro de gas.
35	VI, VII	Agricultura y Recursos Hidráulicos	Definir y aplicar métodos técnicos para mejorar rendimientos. Administrar servicios de vigilancia sanitaria y producción de fármacos de uso animal.
36	IX	Comunicaciones y Transporte	Otorgar concesiones y permisos y reglamentar el transporte de materiales peligrosos.
39	I, X, XII, XIII, XVII, XXI	Salud	Establecer y dirigir la política sanitaria para preservar la salud humana. Proteger la salud de los trabajadores.
40	XI	Trabajo y Previsión Social	Ordenar medidas de seguridad e higiene industrial.

Fuente: Cortinas de Nava, C., 1992. *Regulación y gestión de productos químicos en México, enmarcados en el contexto internacional*. Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

La LOAPF estableció las bases para crear la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) (reforma del 25 de mayo de 1992), la cual tiene entre sus objetivos formular y evaluar la política general de desarrollo social, regional y urbano, vivienda y ecología.

Es precisamente en este último punto que la LOAPF define a la Sedesol como una dependencia de la administración pública federal responsable de la materia ambiental, con las atribuciones\* siguientes:

XXIII. Promover el ordenamiento ecológico general del territorio nacional, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal correspondiente y los gobiernos estatales y municipales y con la participación de los sectores social y privado.

\* Consultar el *Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992*, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

XXIV. Formular y conducir la política general de saneamiento ambiental, en coordinación con la Secretaría de Salud y demás dependencias competentes.

XXV. Establecer normas y criterios ecológicos para aprovechar los recursos naturales y preservar y restaurar la calidad del ambiente, con la participación que en su caso corresponda a otras dependencias.

XXVI. Determinar las normas y, en su caso, ejecutar las acciones que aseguren la conservación o restauración de los ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la comunidad; en particular, en situaciones de emergencia o contingencia ambiental, con la participación que corresponda a otras dependencias y a los gobiernos estatales y municipales.

XXVII. Vigilar, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales,

cuando no corresponda a otra dependencia, el cumplimiento de las normas y programas para la protección, defensa y restauración del ambiente, a través de los órganos competentes y establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el cumplimiento de tales fines, en los términos de las leyes aplicables.

XXVIII. Normar el aprovechamiento racional de la flora y la fauna silvestres, marítimas, fluviales y lacustres, con el propósito de conservarlas y desarrollarlas, con la participación que corresponda a las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca.

XXIX. Establecer los criterios ecológicos y las normas de carácter general que deban satisfacer las descargas de agua residual, para evitar que la contaminación ponga en peligro la salud pública o degrade los sistemas ecológicos, en coordinación con las dependencias competentes y con la participación de los gobiernos estatales y municipales; así como vigilar el cumplimiento de los criterios y normas mencionados, cuando esta facultad no esté encomendada expresamente a otra dependencia.

XXX. Proponer al Ejecutivo Federal el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés para la Federación, y promover la participación de las autoridades federales o locales en su administración y vigilancia.

XXXI. Evaluar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que presenten los sectores público, social y privado, de acuerdo con la normatividad aplicable.

XXXII. Promover, fomentar y realizar investigaciones relacionadas con la vivienda, el desarrollo regional y urbano y la ecología.

A efecto de ejercer las atribuciones que la ley otorga a la Sedesol en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, ésta cuenta —entre otros— con dos órganos desconcentrados, que son el Instituto Nacional de Ecología (INE), el cual tiene facultades técnico-normativas; y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PFPA), la cual cuenta con facultades para vigilar la correcta aplicación de la normatividad ambiental vigente en México, y para atender las demandas ciudadanas.

Mediante estos dos órganos, la Sedesol es responsable de la gestión —tanto normativa como operativa— de los RP a nivel nacional.

### Instituto Nacional de Ecología

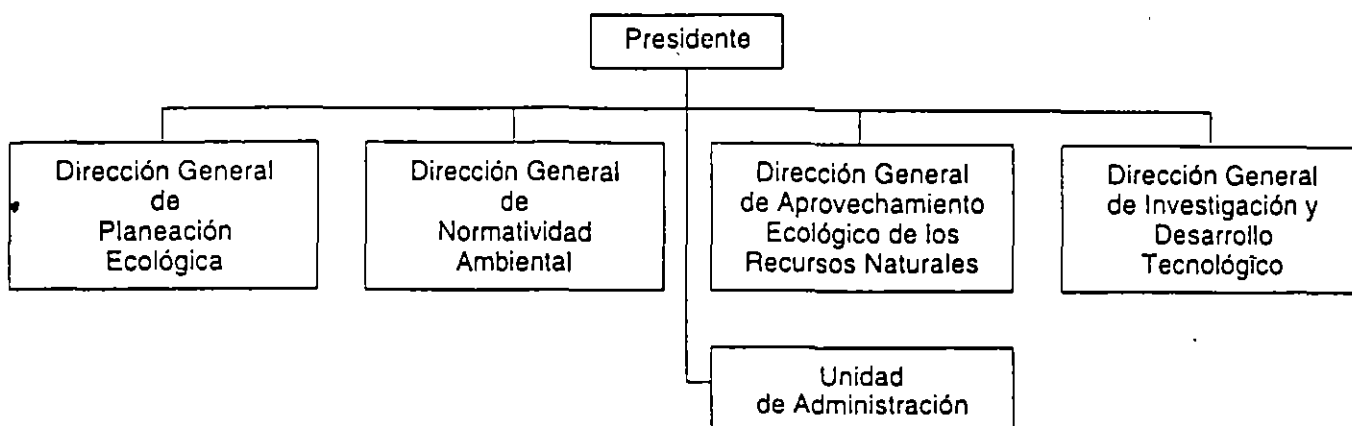
El Reglamento Interior de la Sedesol establece, en su Artículo 36, las atribuciones que le competen al INE, a través de su estructura (figura 7).

#### *Atribuciones del Instituto Nacional de Ecología\**

- I. Formular, conducir y evaluar la política general de ecología.
- II. Promover el ordenamiento ecológico general del territorio nacional, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal correspondientes, con los gobiernos estatales y municipales y con la participación de los sectores social y privado.
- III. Formular y conducir la política general de saneamiento ambiental, en coordinación con la Secretaría de Salud y demás dependencias competentes.
- IV. Establecer normas y criterios ecológicos para la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y para preservar y restaurar la calidad del ambiente, con la participación que, en su caso, corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal.

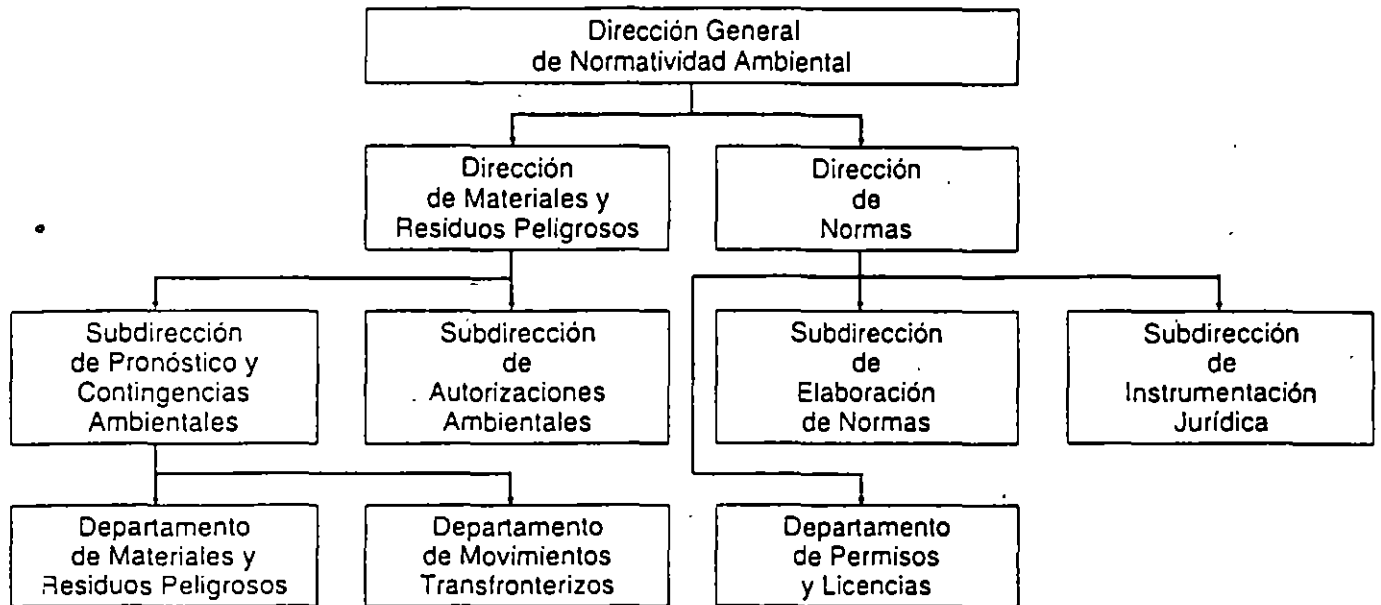
\* Consultar el *Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992*, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

**Figura 7**  
**Instituto Nacional de Ecología**



- V. Determinar las normas que aseguren la conservación o restauración de los ecosistemas fundamentales para el desarrollo de la comunidad, en particular en situaciones de emergencia o contingencia ambiental; así como en actividades altamente riesgosas, con la participación que corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal y a los gobiernos estatales y municipales.
- VI. Normar el aprovechamiento racional de la flora y fauna silvestres, marítimas, fluviales y lacustres, con el propósito de conservarlos y desarrollarlos, con la participación que corresponda a las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Pesca.
- VII. Establecer criterios ecológicos y normas de carácter general que deban satisfacer las descargas de aguas residuales, para evitar que la contaminación ponga en peligro la salud pública y degrade los ecosistemas, en coordinación con las dependencias competentes y con la participación de los gobiernos estatales y municipales.
- VIII. Proponer al Ejecutivo Federal, por conducto del Secretario, el establecimiento de áreas naturales protegidas de interés de la Federación, y promover la participación de las autoridades federales o locales en su administración y vigilancia.
- IX. Administrar las áreas naturales protegidas que no estén expresamente conferidas a otras dependencias e integrar el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas.
- X. Emitir normas técnicas relativas al calendario cinegético y al de aves canoras y de ornato, en coordinación con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).
- XI. Evaluar la calidad del ambiente en coordinación con las dependencias y entidades correspondientes de la Administración Pública Federal y los gobiernos de los estados y municipios.
- XII. Evaluar, dictaminar y resolver las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado, que sean de su competencia de acuerdo con la normatividad aplicable.
- XIII. Promover y realizar investigaciones, así como fomentar el desarrollo tecnológico en materia ecológica.
- XIV. Formular normas técnicas y criterios ecológicos de observancia en todo el territorio nacional para que sean expedidos, en su caso, por el Secretario.
- XV. Proponer al Ejecutivo Federal, por conducto del Secretario, disposiciones que regulen las actividades relacionadas con el manejo

**Figura 8**  
**Dirección General de Normatividad Ambiental**  
**Instituto Nacional de Ecología**  
**Áreas relacionadas con residuos peligrosos**



de materiales y residuos peligrosos, en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que correspondan.

- XVI. Concertar acciones e inversiones con los sectores social y privado para la protección y restauración del ambiente.
- XVII. Otorgar permisos, concesiones, autorizaciones, licencias, dictámenes, resoluciones, constancias y registros de su competencia, de conformidad con lo previsto en las disposiciones jurídicas aplicables.
- XVIII. Evaluar, dictaminar y resolver lo pertinente sobre los estudios de riesgos ambientales que presenten los responsables de la realización de actividades altamente riesgosas en establecimientos en operación, así como lo relativo a los programas para la prevención de accidentes.
- XIX. Publicar y difundir la Gaceta Ecológica.
- XX. Resolver los recursos administrativos que le competen.

XXI. Las demás que le otorguen el Secretario y otras disposiciones jurídicas aplicables.

De estas atribuciones, las relacionadas con los I recaen en la Dirección General de Normatividad Ambiental (DGNA) (figura 8). De conformidad con el Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del INE y de la PFFPA, le corresponden a esta Dirección las siguientes funciones\*:

- I. Formular y proponer políticas, programas, normas oficiales mexicanas, lineamientos, medidas, criterios y procedimientos técnicos para proteger, preservar y restaurar el ambiente.
- II. Desarrollar y aplicar métodos de control de calidad en los procesos de identificación y medición de contaminantes.
- III. Integrar y actualizar el Inventario Nacional de fuentes contaminantes de jurisdicción

\* Consultar el Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del INE y de la PFFPA, Sedesol. DOF, julio 17 de 1992.

- federal y hacerlo del conocimiento de la Procuraduría.
- Dirigir estudios tendentes a determinar la calidad del ambiente en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y los gobiernos de los estados y municipios, así como difundir sus resultados.
- VIII. Evaluar y resolver, con el dictamen técnico que formulen las Direcciones Generales correspondientes del Instituto, las manifestaciones de Impacto Ambiental que se presenten sobre la realización de obras y actividades públicas o privadas de jurisdicción federal, que por su naturaleza puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas oficiales mexicanas emitidas para proteger el ambiente.
- IX. Otorgar los permisos, concesiones, autorizaciones, licencias, dictámenes, resoluciones, constancias y registros competencia de la Secretaría en materia de prevención y control de la contaminación ambiental.
- X. Formular las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias ambientales y aplicarlas en coordinación con la Procuraduría.
- XI. Proponer, en forma coordinada con la Secretaría de Gobernación y con otras autoridades competentes, las medidas necesarias para la atención de emergencias ecológicas.
- XII. Señalar las normas oficiales para regular las actividades altamente riesgosas y el impacto ambiental de las actividades productivas.
- XIII. Integrar los listados de materiales y RP, previa opinión de las dependencias competentes de la Administración Pública Federal.
- XIV. Evaluar, dictaminar y resolver sobre los estudios de riesgo ambiental que presenten los responsables de la realización de actividades altamente riesgosas, así como definir en coordinación con las autoridades competentes, los programas para prevención de accidentes que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.
- XV. Otorgar, con las restricciones que procedan, las autorizaciones para recolectar, almacenar, transportar, alojar, reusar, tratar, reciclar, incinerar y disponer finalmente los residuos peligrosos.
- XVI. Formular las Normas Oficiales Mexicanas competencia de la Secretaría que deberán observarse en relación con actividades, materiales y residuos peligrosos.
- XVII. Autorizar el movimiento transfronterizo de materiales y residuos peligrosos.
- XIX. Establecer, en coordinación con las autoridades federales competentes, y en su caso con los gobiernos de los estados y municipios, los criterios y normas de carácter general que deban satisfacer las descargas de aguas residuales.
- XX. Señalar la normatividad que deberá observarse en el otorgamiento, modificación, suspensión y, en su caso, revocación de los permisos para la descarga de aguas residuales en cuencas, cauces y demás depósitos de propiedad nacional.

#### Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

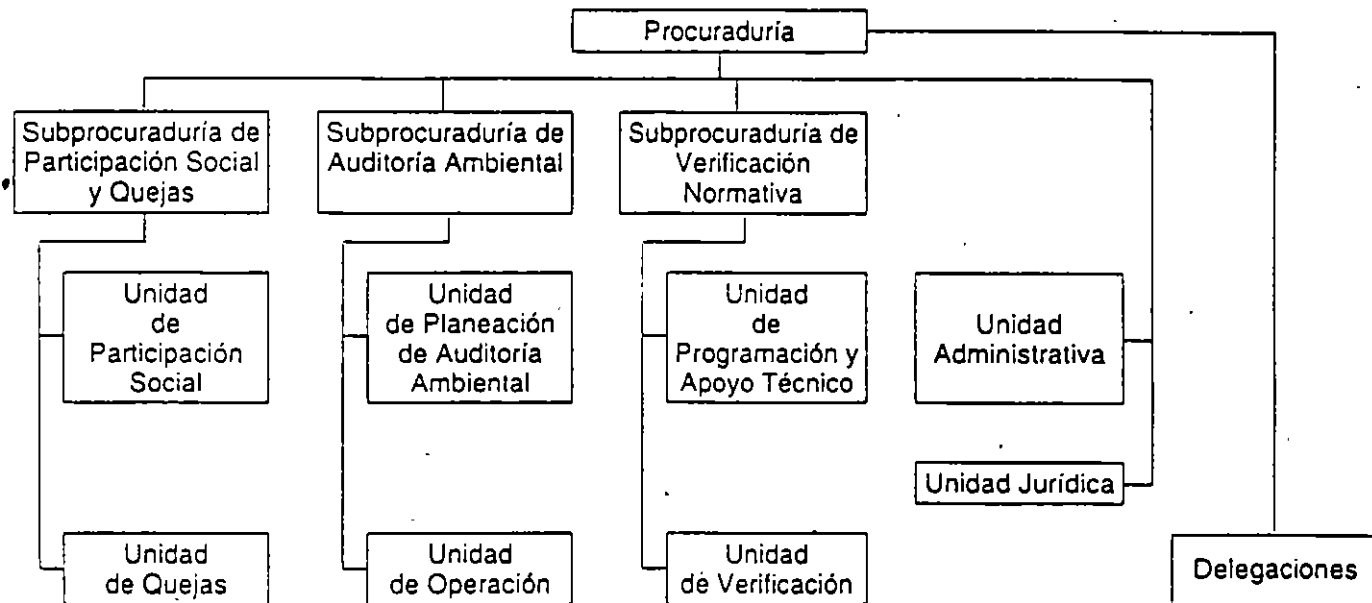
La Procuraduría, órgano operativo de la Sedesol (figura 9), ejerce las atribuciones\* siguientes:

- I. Vigilar —cuando no corresponda a otras dependencias de la Administración Pública Federal o a las autoridades locales— el cumplimiento de la legislación, normas, criterios y programas para la protección, defensa y restauración del ambiente; así como establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el cumplimiento de tales fines, en los

\* Consultar el *Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992*, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.



**Figura 9**  
**Procuraduría Federal de Protección al Ambiente**



- términos de las disposiciones jurídicas aplicables.
- II. Promover la participación y responsabilidad de la sociedad en la formulación y aplicación de la política ecológica; así como en acciones de información, difusión y vigilancia del cumplimiento de la normatividad ambiental.
  - III. Recibir, investigar, atender, y/o, canalizar ante las autoridades competentes, las quejas y denuncias administrativas de la ciudadanía y de los sectores público, social y privado, por el incumplimiento de la legislación, normas, criterios y programas ecológicos.
  - IV. Velar por los intereses de la población en asuntos de protección y defensa del ambiente.
  - V. Coadyuvar con las autoridades federales, estatales y municipales en el control de la aplicación de la normatividad en materia de ecología y protección al ambiente.
  - VI. Expedir recomendaciones o resoluciones a las autoridades competentes o a los particulares para controlar la debida aplicación de

- la normatividad ambiental; así como vigilar su cumplimiento y dar seguimiento a dichas recomendaciones y resoluciones.
- VII. Asesorar sobre las consultas planteadas por la población, en asuntos de protección y defensa del ambiente.
- VIII. Promover y procurar la conciliación de intereses entre los particulares y en sus relaciones con las autoridades, en asuntos derivados de la aplicación de normas, criterios y programas ecológicos.
- IX. Realizar auditorías ambientales y peritajes a las empresas o entidades públicas y privadas de la jurisdicción federal, respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos, así como de compuestos o actividades que por su naturaleza constituyan un riesgo potencial para el ambiente. Verificar los sistemas y dispositivos necesarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como las medidas y capacidad de las empresas o entidades par

- prevenir y actuar en caso de contingencias y emergencias ambientales.
- X. Inspeccionar, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales competentes, el cumplimiento y aplicación de la normatividad en materia de protección y defensa del ambiente.
- XI. • Aplicar medidas de seguridad e imponer las sanciones que sean de su competencia en términos de las disposiciones jurídicas.
- XII. Prevenir las infracciones a la LGEEPA y demás disposiciones jurídicas en la materia y, en su caso, hacerlas del conocimiento de las autoridades correspondientes cuando no sean de su competencia.
- XIII. Denunciar, ante el Ministerio Público Federal, los actos, omisiones o hechos ilícitos que impliquen la comisión de delitos, para efecto de proteger y defender al ambiente.
- XIV. Resolver los recursos administrativos que le competan.
- XV. Coordinarse con las demás autoridades federales, estatales y municipales para el ejercicio de sus atribuciones.
- XVI. Canalizar las propuestas ciudadanas para elaborar, adecuar y actualizar la legislación, normas, criterios, y programas ecológicos.
- XVII. Gestionar, ante las autoridades competentes, la elaboración y ejecución de normas, criterios, estudios, programas, proyectos, acciones, obras e inversiones para la protección, defensa y restauración del ambiente.
- XVIII. Canalizar ante la Secretaría de la Contraloría General de la Federación o ante el superior jerárquico correspondiente, las irregularidades en que incurran servidores públicos federales en el ejercicio de sus funciones, en contra de la protección al ambiente, para que intervengan en los términos de la Ley o, en su defecto, remitan el asunto ante la autoridad que resulte competente.
- XIX. Coordinarse con las autoridades estatales y municipales para tramitar las quejas y de-

nuncias que se presenten por irregularidades en que incurran servidores públicos locales, en contra de la protección al ambiente, para que se proceda conforme a la legislación aplicable.

- XX. Las demás que le otorguen el Secretario y otras disposiciones jurídicas aplicables.

La PFFA, a efecto de llevar a cabo estas funciones, actúa mediante estrategias basadas en mecanismos de participación social, realización de auditorías ambientales y verificación del cumplimiento de la normatividad vigente. Dado el carácter eminentemente operativo de su estructura, cada una de las tres subprocuradurías que componen a la PFFA interactúan en la gestión de los residuos peligrosos.

#### *Subprocuraduría de Participación Social y Quejas*

Con el fin de lograr el equilibrio ecológico y la protección al ambiente, la Subprocuraduría de Participación Social y Quejas impulsa y promueve la participación y responsabilidad social en las acciones de la PFFA. Además, atiende y recibe en todo el país las denuncias ciudadanas relacionadas con la protección al ambiente estableciendo los vínculos de comunicación necesarios con las autoridades competentes para su resolución.

#### *Funciones de la Subprocuraduría de Participación Social y Quejas relacionadas con la gestión de los residuos peligrosos\**

- Promover la participación y responsabilidad de la sociedad en la formulación y aplicación de la política ecológica; así como en las acciones de información, difusión y vigilancia del cumplimiento de la normatividad ambiental.

\* Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Unidad de Operación y DOF del 17 de julio 1992. Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

- Recibir, investigar y atender, o en su caso, canalizar ante las autoridades competentes, las quejas y denuncias administrativas de la ciudadanía y de los sectores público, social y privado, por el incumplimiento de la legislación, normas, criterios y programas ecológicos.
- Asesorar sobre las consultas planteadas por la población, en asuntos de protección y defensa del ambiente.
- Denunciar ante el Ministerio Público Federal los actos, omisiones o hechos ilícitos que impliquen la comisión de delitos del orden ambiental.
- Canalizar las propuestas ciudadanas para elaborar, adecuar y actualizar la legislación, normas, criterios y programas ecológicos.

Al recibir una denuncia, la Unidad de Quejas de la Subprocuraduría la cataloga y le asigna un número de folio, con el cual queda registrado su ingreso. Una vez analizado, el caso se turna para su atención a la autoridad competente o, de ser preciso, al área que corresponda de la propia Procuraduría.

### *Subprocuraduría de Auditoría Ambiental*

Esta Subprocuraduría planea y lleva a cabo las auditorías y peritajes ambientales; además, es responsable de detectar el tipo de infraestructura con que cuenta la industria para atender casos de contingencia y emergencias ambientales. En caso de ocurrir éstos, coordina las actividades necesarias para darles atención y reducir sus efectos al mínimo.

### *Funciones de la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental\**

- Realizar auditorías ambientales y peritajes a las empresas o entidades públicas y privadas de jurisdicción federal respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, produc-

\* Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Unidad de Operación y DOF del 17 de julio 1992. Acuerdo que regula la organización y funcionamiento interno del Instituto Nacional de Ecología y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

ción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos, de compuestos o actividades que, por su naturaleza, constituyan un riesgo potencial para el ambiente, verificando los sistemas y dispositivos necesarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como las medidas y capacidad de las empresas o entidades, para prevenir y actuar en caso de contingencias y emergencias ambientales.

- Formular, a solicitud de la autoridad competente, dictámenes técnicos respecto de daños o perjuicios ocasionados por infracciones a la normatividad ambiental.
- Promover en los grupos y cámaras industriales la realización, bajo su supervisión, de auditorías ambientales.
- Emitir las recomendaciones o resoluciones que resulten de las auditorías y peritajes ambientales que se practiquen.
- Determinar, como resultado de las auditorías, las medidas preventivas y correctivas: las acciones, estudios, proyectos, obras, procedimientos y programas que deberá realizar la empresa u organismo auditado, así como los plazos para su cumplimiento, las infracciones a las disposiciones jurídicas aplicables y las sanciones correspondientes para cada caso.
- Aplicar, en coordinación con las autoridades competentes, las medidas preventivas, correctivas y de seguridad cuando sea necesario, de acuerdo con la magnitud o gravedad de los desequilibrios a los ecosistemas o de los daños actuales o potenciales a la población o al ambiente.
- Realizar el dictamen técnico y determinar las medidas preventivas y correctivas que se tomen para disminuir y evitar riesgos ambientales.

### Auditorías ambientales

De acuerdo con las atribuciones que le otorga el Artículo 38 del Reglamento Interno de la PFFA, la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental lleva a cabo las auditorías ambientales. Se trata de un examen metodológico de los procesos operativos

de determinada industria; involucra el análisis, las pruebas y la confirmación de procedimientos y prácticas aceptadas, de acuerdo con las normas aplicables, que además permita dictaminar la aplicación de medidas preventivas y/o correctivas.

Asimismo, incluye una revisión detallada de los procedimientos que aplica la industria para llevar a cabo su proceso productivo en sus diversas fases; entre sus objetivos está identificar y verificar aquellos aspectos que por su importancia o peligrosidad puedan significar un riesgo o un daño ambientales.

Los aspectos se refieren a la contaminación del agua y del aire; del ruido; de los residuos sólidos y peligrosos; del suelo y del subsuelo; y de los riesgos y atención a emergencias.

En particular, en materia de RP la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental revisa la documentación con que el generador debe contar, misma que debe haberse gestionado ante el INE; además, efectúa una revisión física detallada en lo relativo a caracterización, almacenamiento temporal, reciclaje, transporte y disposición final de los RP. El manejo integral de este concepto por parte de la Subprocuraduría le permite abordar aspectos de prevención y control de la contaminación y a la vez de minimización del riesgo ambiental. Al evaluar todos los procesos e instalaciones de la industria auditada, el procedimiento empleado por la Subprocuraduría en la aplicación de una auditoría ambiental es el siguiente:

- I. Planeación de la auditoría ambiental.  
Selección o concertación de la industria a auditar y de la empresa auditada. Elaboración de la propuesta técnica económica y descripción general de la empresa auditada. Definición de objetivos y alcances. Elaboración del plan de auditoría.
- II. Ejecución conforme al plan de auditoría.  
Verificación y evaluación de las actividades industriales de producción. Revisión y evaluación de la información técnico-ambiental conforme con los lineamientos establecidos por la normatividad ambiental vigente en nuestro

país o a través de normas estándares internacionales. Detección de deficiencias.

- III. Registro y reporte de resultados.  
Elaboración del dictamen y del plan de acción para la rectificación de las deficiencias detectadas.
- IV. Concertación del plan de acción.  
Firma de un convenio en el que se comprometa a la industria a rectificar sus deficiencias, de acuerdo con un programa de acción y compromiso de la Procuraduría relacionado con la supervisión de las acciones convenidas.
- V. Seguimiento del plan de acción.  
Verificación y cierre, según proceda, de los puntos establecidos del plan de acción en los tiempos previstos.
- VI. Dictamen de la auditoría.  
Debe identificar, evaluar y regular las medidas preventivas y de control necesarias que deberá realizar la empresa u organismo auditado, para minimizar riesgos, prevenir y controlar la contaminación y atender emergencias ambientales.

#### *Subprocuraduría de Verificación Normativa*

La Subprocuraduría de Verificación Normativa lleva a cabo los programas de visitas e inspección mediante los cuales se verifica la correcta observancia de la normatividad aplicable a la protección y defensa del ambiente. De igual forma, se encarga de elaborar los dictámenes técnicos sobre daños o perjuicios resultado de infracciones a la normatividad ambiental. En coordinación con la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental, tiene a su cargo sistemas de información y seguimiento que facilitan el cumplimiento de la normatividad ambiental.

#### *Funciones de la Subprocuraduría de Verificación Normativa\**

— Vigilar cuando no corresponda a otra dependencia de la Administración Pública Federal o

\* Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Unidad de Operación.

a las autoridades locales el cumplimiento de la legislación, de las normas, criterios y programas para la protección, defensa y restauración del ambiente; así como establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el cumplimiento de tales fines, en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

- Coadyuvar con las autoridades federales, estatales y municipales en el control de la aplicación de la normatividad en materia ecológica y protección al ambiente.
- Expedir recomendaciones o resoluciones a las autoridades competentes o a los particulares, para la debida aplicación de la normatividad ambiental; así como vigilar su cumplimiento y dar seguimiento a dichas recomendaciones y resoluciones.
- Inspeccionar en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales el cumplimiento y aplicación de la normatividad en materia de protección y defensa del ambiente.
- Aplicar las medidas de seguridad e imponer las sanciones que sean de su competencia en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables.
- Determinar las infracciones a la LGEEPA y demás disposiciones jurídicas aplicables; e imponer las sanciones administrativas y las medidas de seguridad que sean de la competencia de la Secretaría de Desarrollo Social.

Las funciones que competen a la Subprocuraduría de Verificación Normativa se realizan en completo apego a la Constitución y a la LGEEPA, a fin de lograr una articulación entre el marco jurídico ambiental vigente y las actividades productivas de los particulares que impacten de una u otra forma el ambiente.

La realización de inspecciones tiene como objetivo verificar que los responsables de las fuentes emisoras de contaminantes cumplan con los parámetros señalados en las leyes y en las normas oficiales mexicanas que los regulan.

La verificación normativa que realiza la Subprocuraduría en materia de RP a la industria consiste en:

- Identificar la peligrosidad de los residuos que manejan las empresas.
- Verificar la inscripción de las mismas en el registro de generadores.
- Llevar la bitácora de generación de residuos peligrosos.
- Asesorar en la selección de sitios adecuados para su almacenamiento temporal y tratamiento.
- Evaluar los procedimientos de su manejo para verificar que estén en conformidad con lo dispuesto por las normas.
- Verificar que se tome en cuenta su potencial de incompatibilidad al almacenarlos y disponerlos.

### Fundamento constitucional para la protección al ambiente

#### Artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que abordan aspectos ambientales\*

- Art. 4 (Reformado el 3 de febrero de 1983).  
"Toda persona tiene derecho a la protección de la salud".  
Adiciona al listado de garantías individuales el Derecho a la Salud, postulando el manejo racional de los elementos del ecosistema, a efecto de que el desequilibrio del mismo no afecte a la población y en especial al individuo.
- Art. 25 (Reformado el 2 de febrero de 1983).  
"Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los

\* Consultar Carmona, L. M., 1991. *Derecho ecológico*, UNAM.

recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”.

Conforme a este precepto, la actividad industrial tiene como condición para operar que los procesos productivos que involucre tengan como premisa fundamental la conservación de los recursos productivos y el cuidado al ambiente, estando el Estado facultado para imponer las modalidades de control que se requieran para este fin.

Art. 27

Párrafo tercero.

“... el aprovechamiento de los elementos naturales de apropiación con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana”.

En su redacción original incorpora el concepto de conservación de los recursos naturales.

Art. 27

Párrafo tercero

(Reformado el 10 de agosto de 1987).

“... y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”.

Para completar la redacción original sobre la conservación de los recursos naturales, se le adiciona el concepto de preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Art. 73

Fracción XXIX-G.

(Reformado el 6 de julio de 1971).

“Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico”.

Se incorpora el principio de prevención y control de la contaminación.

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

Es con base en los anteriores preceptos constitucionales que el 28 de enero de 1988 se publica en el DOF la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Esta Ley —que sienta las bases para reglamentar los principios constitucionales en la materia— está compuesta por 194 artículos, divididos en seis títulos:

- I. Disposiciones generales.
- II. Áreas naturales protegidas.
- III. Aprovechamiento racional de los elementos naturales.
- IV. Protección al ambiente.
- V. Participación social.
- VI. Medidas de control y seguridad; y sanciones.

Esta Ley define —en su título I, artículo 3o. fracción XXVII— a los RP como “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 el equilibrio ecológico o el ambiente”.

La LGEEPA establece que la regulación de las actividades relacionadas con materiales o RP es un asunto de alcance general en la nación o de interés de la Federación y faculta a la Sedesol para que, previa opinión de otras dependencias del Ejecutivo Federal, publique los listados correspondientes. De manera particular y definida, la gestión de los RP está contenida en los artículos del capítulo V, título IV, denominado *Protección al Ambiente\**, mismos que se resumen a continuación:

Art. 5

Fracción XIX.

Indica que la regulación de las actividades relacionadas con materiales o RP es de alcance federal.

\* Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

Art. 8 y 9 Fracción XI, IX.

La Sedesol propone al Ejecutivo Federal las disposiciones que regulen las actividades relacionadas con materiales peligrosos, en coordinación con la Secretaría de Salud.

Art. 140 Manifiesta que los procesos industriales que generen residuos de lenta degradación deben respetar el reglamento vigente.

Art. 143. Establece que los plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas quedarán sujetos a las Normas Oficiales que expidan, en forma coordinada, la Sedesol, la SARH, la Ssa y la Secofi, para evitar que se causen desequilibrios ecológicos. El reglamento de esta ley establecerá la regulación que dentro del mismo marco de coordinación debe observarse en actividades relacionadas con dichas sustancias o productos, incluyendo la disposición final de sus residuos, empaques y envases vacíos.

Art. 150 Corresponde a la Sedesol —en común acuerdo con la Secofi, la SEMIP, la SARH y la SG— determinar y publicar los listados de materiales y residuos peligrosos.

Art. 151 La Sedesol autorizará la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte, alojamiento, reúso, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.

Art. 152 Toda aquella sustancia o materia que haya sido definida como sustancia peligrosa deberá ser manejada de acuerdo con los lineamientos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Art. 153 Establece los lineamientos a seguir para prevenir el tráfico ilegal transfronterizo de RP, así como para regular su exportación e importación.

La LGEEPA regula el manejo de los materiales y residuos definidos como peligrosos para el medio ambiente, desde su generación hasta su disposición final, de conformidad con las NOM y demás procedimientos que se establezcan.

*Denuncia popular\**

Cualquier sector o persona puede denunciar ante la autoridad competente (Sedesol-PFPA) todo hecho, acto u omisión que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contravenga las disposiciones de la LGEEPA o los demás ordenamientos relativos. Los artículos de esta Ley referentes a la Denuncia Popular se describen a continuación:

Art. 189 Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría o ante las autoridades federales o locales, según sea su competencia, a quien produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Si en la localidad no existiere representación de la Secretaría, la denuncia se podrá formular ante la autoridad municipal o, a elección del denunciante, ante las oficinas más próximas de dicha representación.

Si la denuncia fuera presentada ante la autoridad municipal, y resulta del orden federal, deberá ser remitida para su atención y trámite a la Secretaría.

Art. 190 La denuncia popular podrá ejercitarse por cualquier persona, bastando para darle curso el señalamiento de los datos

\* Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

necesarios que permitan localizar la fuente, así como el nombre y domicilio del denunciante.

Art. 191 La Secretaría, una vez recibida la denuncia, procederá —por los medios que resulten conducentes— a identificar al denunciante y, en su caso, hará saber la denuncia a la persona o personas a quienes se imputen los hechos denunciados o a quienes pueda afectar el resultado de la acción emprendida.

Art. 192 La Secretaría efectuará las diligencias necesarias para comprobar los hechos denunciados, así como para realizar la evaluación correspondiente.

Si los hechos fueren de competencia local, hará llegar la denuncia ante la autoridad competente y promoverá ante la misma la ejecución de las medidas que resulten procedentes.

Art. 193 La Secretaría, a más tardar dentro de los quince días hábiles siguientes a la presentación de una denuncia, hará del conocimiento del denunciante el trámite que se haya dado a aquélla y, dentro de los treinta días hábiles siguientes, el resultado de la verificación de los hechos y las medidas impuestas.

Art. 194 Cuando por infracción a las disposiciones de esta Ley se hubieren ocasionado daños o perjuicios, el o los interesados podrán solicitar a la Secretaría la formulación de un dictamen técnico al respecto, el cual tendrá el valor de prueba, en caso de ser presentado en juicio.

### *Inspección y Vigilancia\**

La inspección y vigilancia de las actividades en las que se manejan RP están basadas en algunos pre-

\* Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

ceptos de la LGEEPA, como se observa a continuación.

Art. 161 Las entidades federativas y los municipios podrán realizar actos de inspección y vigilancia para verificar y cumplir esta Ley en asuntos del orden federal. Para tal fin, la Federación y las entidades federativas —y, con la intervención de éstas los municipios— celebrarán los acuerdos de coordinación pertinentes.

Art. 162 Las autoridades competentes podrán realizar —por conducto de personal debidamente autorizado— visitas de inspección, sin perjuicio de otras medidas previstas en las leyes, que puedan llevar a cabo el cumplimiento de este ordenamiento.

Dicho personal, al realizar las visitas de inspección deberá estar provisto del documento oficial que lo acredite como tal, así como de la orden escrita debidamente fundada y motivada, expedida por autoridad competente; en ella se precisará el lugar o zona que habrá de inspeccionarse, el objeto de la diligencia y el alcance de ésta.

Art. 163 Al iniciar la inspección, el personal autorizado se identificará debidamente con la persona con quien se entienda la diligencia, exhibirá la orden respectiva y le entregará copia de la misma, requiriéndola para que en el acto designe a dos testigos.

En caso de negativa o de que los designados no acepten fungir como testigos, el personal autorizado podrá designarlos, haciendo constar esta situación en el acta administrativa que al efecto se levante, sin que esta circunstancia invalide los efectos de la inspección.

Art. 164 En toda visita de inspección se levantará un acta, en la que se hará constar en



forma circunstanciada los hechos u omisiones que se hubiesen presentado durante la diligencia.

Concluida la inspección se dará oportunidad a la persona con la que se entendió la diligencia para manifestar lo que a su derecho convenga, en relación con los hechos asentados en el acta.

A continuación procederán a firmar el acta la persona por la que se entendió la diligencia, los testigos y el personal autorizado, quien entregará copia del acta al interesado.

Si la persona con quien se entendió la diligencia o los testigos se negaran a firmar el acta, o el interesado se negare a aceptar copia de la misma, dichas circunstancias se asentarán en ella, sin que esto afecte su validez y valor probatorio.

Art. 165 La persona con quien se entienda la diligencia estará obligada a permitir al personal autorizado el acceso al lugar o lugares sujetos a inspección en los términos previstos en la orden escrita a que se hace referencia en el Artículo 162 de esta Ley, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables, con excepción de lo relativo a derechos de propiedad industrial que sean confidenciales conforme a la Ley. La información deberá mantenerse por la autoridad en absoluta reserva, si así lo solicita el interesado, salvo en caso de requerimiento judicial.

Art. 166 La autoridad competente podrá solicitar el auxilio de la fuerza pública para efectuar la visita de inspección, cuando alguna o algunas personas obstaculicen o se opongan a la práctica de la diligencia, independientemente de las sanciones a que haya lugar.

Art. 167 Recibida el acta de inspección por la autoridad ordenadora, ésta requerirá al interesado mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas de urgente aplicación, fundando y motivando el requerimiento, y para que, dentro del término de diez días hábiles a partir de que surta efectos dicha notificación, manifieste por escrito lo que a su derecho convenga en relación con el acta de inspección, y ofrezca pruebas en relación con los hechos u omisiones que en la misma se asienten.

Art. 168 Una vez oído al presunto infractor, recibidas y desahogadas las pruebas que ofreciere, o en caso de que el interesado no haya hecho uso del derecho que le concede el artículo anterior dentro del plazo mencionado, se procederá a dictar la resolución administrativa que corresponda, dentro de los treinta días hábiles siguientes, misma que se notificará al interesado, personalmente o por correo certificado.

Art. 169 En la resolución administrativa correspondiente, se señalarán o, en su caso, adicionarán, las medidas que deberán llevarse a cabo para corregir las deficiencias o irregularidades observadas, el plazo otorgado al infractor para satisfacerlas y las sanciones a que se hubiere hecho acreedor conforme a las disposiciones aplicables.

Dentro de los cinco días hábiles que sigan al vencimiento del plazo otorgado al infractor para subsanar las deficiencias o irregularidades observadas, éste deberá comunicar por escrito y en forma detallada a la autoridad ordenadora, haber dado cumplimiento a las medidas ordenadas en los términos del requerimiento respectivo.

Cuando se trate de segunda o posterior inspección para verificar el cumplimiento de un requerimiento o requerimientos anteriores, y del acta correspondiente se desprenda que no se ha dado cumplimiento a las medidas previamente ordenadas, la autoridad competente podrá imponer la sanción o sanciones que proceden conforme al Artículo 171 de esta Ley.

En los casos en que proceda, la autoridad federal hará del conocimiento del Ministerio Público la realización de actos u omisiones constatados que pudieran configurar uno o más delitos.

### *Sanciones\**

La LGEEPA, en su título Sexto, Capítulo IV, establece las sanciones administrativas aplicables por las violaciones a la misma, sus reglamentos y demás disposiciones que de ella deriven, de acuerdo con los siguientes artículos:

Art. 171 Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y disposiciones que de ella emanen, constituyen infracción y serán sancionadas administrativamente por la Secretaría en asuntos de la competencia de la Federación, no reservados expresamente a otra dependencia y, en los demás casos, por las autoridades de las entidades federativas y de los municipios, en el ámbito de sus competencias, y conforme a las disposiciones locales que se expidan, con una o más de las siguientes sanciones:

- I. Multa por el equivalente de veinte a veinte mil días de Salario Mínimo General Vigente (SMGV) en

el Distrito Federal en el momento de imponer la sanción;

- II. Clausura temporal o definitiva, parcial o total; y

- III. Arresto administrativo hasta por 36 horas.

Si una vez vencido el plazo concedido por la autoridad para subsanar la o las infracciones que se hubieren cometido, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsisten, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas exceda del monto máximo permitido, conforme a la fracción primera de este artículo.

En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por dos veces el monto originalmente impuesto, sin exceder del doble del máximo permitido, así como la clausura definitiva.

Art. 172 Cuando la gravedad de la infracción lo amerite, la autoridad solicitará a quien los hubiere otorgado, la suspensión, revocación o cancelación de la concesión, permiso, licencia y en general de toda autorización otorgada para la realización de actividades comerciales, industriales o de servicios, o para el aprovechamiento de recursos naturales que haya dado lugar a la infracción.

Art. 173 Para la imposición de las sanciones por infracciones a esta Ley, se tomará en cuenta:

- I. La gravedad de la infracción, considerando principalmente el criterio de impacto en la salud pública y la generación de desequilibrios ecológicos.

\* Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

- II. Las condiciones económicas del infractor.
- III. La reincidencia, si la hubiere.

Art. 174 Cuando proceda como sanción la clausura temporal o definitiva, total o parcial, el personal comisionado para ejecutarla procederá a levantar acta detallada de la diligencia, siguiendo para ello los lineamientos generales establecidos para las inspecciones.

Art. 175 La Secretaría podrá promover ante las autoridades federales o locales competentes, con base en los estudios que haga para ese efecto, la limitación o la suspensión de la instalación o funcionamiento de industrias, comercios, servicios, desarrollos urbanos o cualquier actividad que afecte o pueda afectar el ambiente o causar desequilibrio ecológico.

En el contexto de las sanciones administrativas, el cierre total de una planta se realiza cuando, para detener el proceso contaminante es indispensable realizar tal acción. El cierre parcial se determina cuando el detener alguna parte del proceso es suficiente para eliminar la emisión contaminante objetivo. Las empresas permanecen clausuradas hasta que demuestren que han resuelto el problema de su cierre.

En el caso de empresas que sin contar con los permisos correspondientes introduzcan al país RP, además de las sanciones administrativas con multas económicas, se procede a requisar los materiales y RP para ser devueltos al país de origen. La PFFA, con base en la LGEEPA\*, a través de la Subprocuraduría de Verificación Ambiental, tiene la facultad de aplicar sanciones penales a los infractores en materia de residuos y sustancias peligrosas.

Art. 182 Para proceder penalmente por los delitos previstos en este capítulo, será ne-

cesario que previamente la Secretaría formule la denuncia correspondiente, salvo que se trate de casos de flagrante delito.

Art. 183 Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10 000 días de SMGV en el Distrito Federal, al que, sin contar con las autorizaciones respectivas o violando las normas de seguridad y operación aplicables a que se refiere el Artículo 147 de esta Ley, realice, autorice u ordene la realización de actividades que conforme a este mismo ordenamiento se consideren como riesgosas, que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora, la fauna o los ecosistemas.

Cuando las actividades consideradas como riesgosas, a que se refiere el párrafo anterior, se lleven a cabo en un centro de población, se podrá elevar la pena hasta tres años más de prisión y la multa hasta de 20 000 días de SMGV en el Distrito Federal.

Art. 184 Se impondrá pena de tres meses a seis años de prisión y multa por el equivalente de 1 000 a 20 000 días de SMGV en el Distrito Federal, al que sin la autorización de la Secretaría o contraviniendo los términos en que ésta haya sido concedida, fabrique, elabore, transporte, distribuya, comercie, almacene, posea, use, reúse, recicle, recolecte, trate, deseche, descargue, disponga o en general realice actos con materiales o RP que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, a los ecosistemas o sus elementos.

Igual pena se impondrá a quien, contraviniendo los términos de la autorización que para el efecto hubiere otorgado la Secretaría, importe o exporte materiales o residuos peligrosos.

\*Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

En los casos en que las conductas ilícitas a que se refiere el presente artículo se relacionen con las sustancias tóxicas o peligrosas a que alude el Artículo 456 de la Ley General de Salud, con inminente riesgo a la salud de las personas, se procederá a lo dispuesto en dicha Ley.

Art. 185 Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10 000 días de SMGV en el Distrito Federal, al que con violación a lo establecido en las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas aplicables, despida, descargue a la atmósfera, autorice u ordene, gases, humos y polvos que ocasionen o puedan ocasionar daños graves a la salud pública, la flora, la fauna o los ecosistemas.

Art. 186 Se impondrá pena de tres meses a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10 000 días de SMGV en el Distrito Federal, al que sin autorización de la autoridad competente y en contravención con las disposiciones legales, reglamentarias y normas técnicas aplicables, descargue, deposite o infiltre o lo autorice u ordene, aguas residuales, desechos o contaminantes en los suelos, aguas marinas, ríos, cuencas, vasos o demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción federal que ocasionen o puedan ocasionar graves daños a la salud pública, la flora, la fauna o los ecosistemas.

Cuando se trate de aguas para ser entregadas en bloque a centros de población, la pena se podrá elevar hasta tres años más.

Art. 187 Se impondrá pena de un mes a cinco años de prisión y multa por el equivalente de 100 a 10 000 días de SMGV en el Distrito Federal, a quien en contra-

vención con las disposiciones legales aplicables y rebasando los límites fijados en las normas técnicas, genere emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica o lumínica, en zonas de jurisdicción federal, que ocasionen graves daños a la salud pública, la flora, la fauna o los ecosistemas.

Art. 188 El Congreso de la Unión, tratándose del Distrito Federal, y las legislaturas de los estados en lo relativo a su jurisdicción, expedirán las leyes que establezcan las sanciones penales y administrativas por violaciones a esta Ley, en las materias del orden local que regulan. Las disposiciones locales que se expidan, de acuerdo con la distribución de competencias previstas en este mismo ordenamiento, señalarán las sanciones por violaciones a las mismas. Los ayuntamientos regularán las sanciones administrativas por violaciones a los bandos y reglamentos de policía y buen gobierno, que a su vez expidan en la esfera de su respectiva competencia.

### Reglamento de residuos peligrosos

El 25 de noviembre de 1988 fue publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, el cual establece que las autoridades del DF, las de los estados y municipios podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación de este reglamento, ya que la materia se considera federal.

Asimismo, se establece el registro obligatorio del generador de residuos y la expedición de una autorización para operar la empresa ligada a la manifestación de impacto ambiental.

De igual forma se regula el transporte, el almacenamiento, la recolección y la disposición final de estos residuos, así como los sitios para su confinamiento (cuadro 19).

**Cuadro 19**

*Artículos del Reglamento de la LGEEPA en materia de RP, aplicables a su generación y manejo.*

Actividad	Artículos aplicables.	
Generación	5	Responsabilidad del generador de residuos peligrosos.
	6	Obligación del generador de RP de determinar si éstos son peligrosos.
	7	Obligación del generador de presentar su manifiesto de Impacto Ambiental ante la Sedesol.
	8	Procedimientos obligatorios del generador respecto de residuos peligrosos.
Almacenamiento	5	Responsabilidad de la empresa de almacenar residuos peligrosos.
	7 y 10	Presentación del Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) y del formato de Manejo de Residuos Peligrosos (MRP), cuando el servicio sea a terceros, ante la Sedesol.
	8	(VII) Almacenamiento de RP en condiciones de seguridad.
	12	Programa de capacitación para el manejo de residuos peligrosos.
	14	Condiciones para el almacenamiento y transporte según incompatibilidad de los residuos peligrosos.
	15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21.	Requisitos para áreas de almacenamiento de residuos peligrosos.
Transporte	5	Responsabilidad de la empresa transportista de residuos peligrosos.
	7 y 10	Obligación de presentar su MIA y el formato de MRP ante la Sedesol.
	8	(VIII) Obligación del generador de RP de transportar dichos residuos en vehículos autorizados por la SCT, y bajo condiciones del reglamento.
	12	Programa de capacitación para el manejo de residuos peligrosos.
	14	Condiciones para el transporte, según incompatibilidad de los residuos peligrosos.
	22	El transporte de los RP deberá realizarse conforme al Reglamento.
	23	El transportista deberá conservar el manifiesto de transporte de RP durante cinco años.
	25	Informe semestral que debe entregar el transportista de residuos peligrosos.
	26, 27 y 29	Requisitos del transportista de residuos peligrosos.
	28	Prohibición de transporte de RP por vía aérea.
42	Derrames accidentales de RP durante su manejo.	
Reciclaje	5	Responsabilidad de la empresa recicladora de residuos peligrosos.
	7, 10 y 11	Presentación del MIA y del formato de MRP ante la Sedesol, por parte de la empresa de reciclaje.
	12	Programa de capacitación para el manejo de residuos peligrosos.
	23	La empresa recicladora deberá conservar el manifiesto de transporte de RP durante 10 años.
	25	La empresa recicladora deberá entregar a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos que hubiese recibido en dicho periodo.
	52	Sólo se concederá la autorización de importación de RP cuando tengan por objeto su reciclaje o reúso en territorio nacional.
Incineración	5	Responsabilidad de la empresa de incineración de residuos peligrosos.
	7, 10 y 11	La empresa de incineración deberá presentar su MIA y su formato de MRP ante Sedesol.
	12	Programa de capacitación para el manejo de residuos peligrosos.
	23	La empresa de incineración deberá conservar el manifiesto de transporte de RP durante 10 años.
	25	La empresa de incineración deberá entregar a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos que hubiese recibido en dicho periodo.
	39	Incineración de bifenilos policlorados (BPC's).

**Cuadro 19 (continuación)****Artículos del Reglamento de la LGEEPA en materia de RP, aplicables a su generación y manejo.**

Actividad	Artículos aplicables.
Disposición final	5 Responsabilidad de la empresa en relación con la disposición final de los residuos peligrosos.
	7, 10 y 11 La empresa de disposición final deberá presentar su MIA y su formato de MRP ante la Sedesol.
	8 (X) El generador de RP deberá dar a éstos una disposición final adecuada, de acuerdo con el reglamento.
	12 Programa de capacitación para el manejo de residuos peligrosos.
	23 La empresa de disposición final deberá conservar el Manifiesto de Transporte de RP durante 10 años.
	25 La empresa de disposición final deberá entregar a la Secretaría un informe semestral sobre los residuos que hubiese recibido en dicho periodo.
	30 Tratamiento de RP para su disposición final.
	31 Sistemas de disposición final de residuos peligrosos.
	32, 33 y 35 Selección y operación de confinamientos controlados de residuos peligrosos.
	36 y 37 Entrega de un reporte mensual de residuos peligrosos.
	34 Prohibición de disposición final de BPC's.
	39 Prohibición de exportar RP para su disposición final si no se cuenta con autorización del estado receptor; no se permite la importación de los mismos para su disposición final.
	53

Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. GCF. 25 de noviembre de 1988

**Aspectos generales del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos\*****Art. 4. Compete a la Secretaría:**

- I. Determinar y publicar en el DOF los listados de RP, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley.
- II. Expedir las Normas Técnicas Ecológicas y procedimientos para el manejo de los residuos materia de este reglamento, con la participación de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial; de Salud; de Energía, Minas e Industria Paraestatal; y de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- III. Controlar el manejo de los residuos peligrosos que se generan

- en las operaciones y procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, y de servicios.
- IV. Autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos.
- V. Evaluar el impacto ambiental de los proyectos sobre instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos y resolver sobre su autorización.
- VI. Autorizar al generador y a las empresas de servicios de manejo, para la realización de cualquiera de las operaciones de manejo de residuos peligrosos.

\* Consultar el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, en el DOF (noviembre 25 de 1988).

- VII. Autorizar la importación o exportación de RP, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.
  - VIII. Expedir los instructivos, formatos y manuales necesarios para el cumplimiento del presente reglamento.
  - IX. Fomentar y coadyuvar al establecimiento de las plantas de tratamiento a que hace referencia este reglamento y de sus líneas de comercialización; así como de empresas que establezcan plantas de reciclaje de RP generados en el país.
  - X. Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos.
  - XI. Establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente reglamento.
  - XII. Fomentar que las asociaciones y colegios de profesionales, cámaras industriales y de comercio y otros organismos afines, promuevan actividades que orienten a sus miembros en materia de prevención y control de la contaminación ambiental originada por el manejo de los residuos de que se trata en este reglamento.
  - XIII. Promover la participación social en el control de los residuos materia de este reglamento.
  - XIV. Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el uso de tecnologías que reduzcan la generación de residuos peligrosos.
  - XV. Fomentar en el sector productivo y promover ante las autoridades competentes el desarrollo de actividades y procedimientos que coadyuven a un manejo seguro de los residuos materia de este reglamento y la difusión de tales actividades y procedimientos en los medios masivos de comunicación, y
  - XVI. Las demás que le confieren este reglamento y otras disposiciones legales.
- Las atribuciones a que se refiere este artículo se ejercerán sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud, sanidad fitopecuaria y aguas.
- Art. 5 Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él deriven, el generador de RP, así como las personas físicas o morales, pública o privadas que manejen, importen o exporten dichos residuos.
  - Art. 6 Para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que con motivo de sus actividades generen residuos, están obligadas a determinar si éstos son peligrosos.  
Para la determinación de RP, deberán realizarse las pruebas y el análisis necesarios conforme a las normas técnicas ecológicas correspondientes, y se estará al listado de RP que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial; de Salud; de Energía, Minas e Industria Paraestatal; de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de la Secretaría de Gobernación.
  - Art. 14 Para el almacenamiento y transporte de RP, el generador deberá envasarlos de

acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos en su caso, en envases:

- I. Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en las normas técnicas ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.
- II. Identificarlos, en los términos de las normas técnicas ecológicas, con el nombre y características del residuo.

Art. 38 El manejo de los bifenilos policlorados deberá sujetarse a lo dispuesto en el reglamento y en las normas técnicas ecológicas que para el efecto se expidan.

Art. 39 Se prohíbe la disposición final de bifenilos policlorados, o de residuos que los contengan, en confinamientos controlados y en cualquier otro sitio. Estos residuos sólo podrán destruirse de acuerdo con las normas técnicas ecológicas correspondientes bajo cualquiera de los siguientes métodos:

- I. Químicos catalíticos, en el caso de residuos con bajas concentraciones.
- II. Incineración, tratándose de residuos que contengan cualquier concentración.

Art. 43 Sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autorida-

des competentes, la importación y exportación de los residuos determinados peligrosos en los términos de la Ley y de este reglamento, requiere de autorización de la Secretaría, la cual estará facultada para intervenir en los puertos territoriales, marítimos y aéreos y, en general, en cualquier parte del territorio nacional, con el objeto de controlar los RP importados o a exportarse, así como para dictar y aplicar las medidas de seguridad que correspondan, tendentes a evitar la contaminación del ambiente y el deterioro de los ecosistemas.

Art. 44 La autorización a que se refiere el artículo anterior se otorgará para cada volumen de importación o exportación de RP. En ella deberán indicarse los puertos terrestres, marítimos o aéreos por los que se permitirán dichas actividades, así como el tipo de transporte. Dicha autorización se otorgará en un término máximo de cinco días después de recibida de conformidad la solicitud.

Art. 45 La solicitud para obtener la autorización de importación o exportación de RP deberá presentarse dentro de los cuarenta y cinco días hábiles anteriores a la fecha en que se pretenda realizar la operación de importación o exportación, cuando se trate de la primera operación, y cinco días hábiles en lo sucesivo, cuando se trate de un mismo residuo. Y deberá contener los siguientes datos y anexos:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio de quien pretenda importar los residuos.
- II. Nombre, denominación o razón social y domicilio del exportador de los RP y del propietario de los mismos.



- |   |                |  |
|---|----------------|--|
| <p>III. Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y los datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor o utilizar;</p>   |                | <p>del residuo que queda después del reciclaje;</p>  |
| <p>IV. Nombre, denominación o razón social y domicilio del destinatario de los RP, lugar donde se les procesará, diagrama de flujo y descripción del proceso de reciclaje o reúso que se les dará y utilización lícita de la que serán objeto;</p>  |                | <p>XI. Relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que estén tramitando o hayan de ser satisfechos ante otras autoridades nacionales competentes, en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate, y</p>   |
| <p>V. Lista, composición y cantidad detallada de los RP que se pretenda importar o exportar;</p>  | <p>Art. 46</p> | <p>La persona física o moral que obtenga la autorización para importar o exportar RP, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.</p>  |
| <p>VI. Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá;</p>   |                |  |
| <p>VII. Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los RP en los casos de importación o exportación, respectivamente;</p>  | <p>Art. 47</p> | <p>Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como en el extranjero, que el solicitante deberá otorgar para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia autorización y de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables, así como para la reparación de daños que pudieran causarse aún en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.</p> |
| <p>VIII. Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los residuos y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación otorgada por las autoridades de dicho país y las medidas de protección;</p> | <p>Art. 48</p> | <p>Las autoridades nacionales que deban intervenir en el otorgamiento de permisos o autorizaciones en relación con la importación o exportación de RP, requerirán la previa autorización de la Secretaría a que se refiere este capítulo, la cual tendrá obligación de exhibir el solicitante de dichos permisos o autorizaciones.</p>   |
| <p>IX. Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los RP o la de origen cuando se trate de importación, traducida al español y debidamente certificada o legalizada;</p>  |                |  |
| <p>X. Descripción del proceso de generación de los RP y características</p>   | <p>Art. 49</p> | <p>La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de noventa</p>  |

- días naturales a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a juicio de la Secretaría existen motivos para ello.
- Una vez efectuada la operación de importación o exportación respectiva, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que éste se hubiere realizado.
- Art. 50 Queda prohibida la importación o exportación de los residuos peligrosos por la vía postal, en los términos del Artículo 15, fracción II de la Ley de Servicio Postal Mexicano.
- Art. 51 No se concederá autorización, para el tránsito de RP por el territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer estado, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para el tránsito respectivo, y siempre que exista reciprocidad con el estado de que se trate.
- Art. 52 Sólo se concederá la autorización para la importación de residuos peligrosos cuando tenga por objeto su reciclaje o reúso en el territorio nacional, en los términos de lo dispuesto por este reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.
- Art. 53 Sólo se concederá autorización para la exportación de residuos peligrosos cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del Estado receptor, lo que deberá comprobarse al tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.
- Asimismo, no se concederá autorización para la importación de residuos peligrosos, cuyo único objeto sea su disposición final en el territorio nacional.
- Art. 54 Aún cuando se cumplan los requisitos de la solicitud, la Secretaría podrá negar la autorización si considera que los RP por ningún motivo deben ser importados o exportados, por el alto riesgo que implica su manejo para el ambiente y los ecosistemas.
- Art. 55 Los RP generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.
- Art. 56 Las autorizaciones podrán ser revocadas por la Secretaría, sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda, en los siguientes casos:
- I. Cuando por causas supervinientes, se compruebe que los residuos autorizados, constituyen mayor riesgo o daño al ambiente, o deterioro a los ecosistemas, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la autorización.
  - II. Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la autorización respectiva.
  - III. Cuando los RP ya no se posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados, y
  - IV. Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.
- Art. 57 Al que sin contar con la autorización de importación de la Secretaría, introduzca en territorio nacional residuos peligrosos estará obligado, sin perjuicio de las sanciones que procedan, a retornarlos al país de origen.

## Normas Oficiales Mexicanas sobre residuos peligrosos

La LGEEPA prevé la expedición de Normas Técnicas Ecológicas (NTE's) en las que se establezcan requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deben observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes; que causen o puedan causar

desequilibrios a los ecosistemas o al medio en general; y que además permitan uniformar principios, preceptos, políticas y estrategias de conservación y restauración de los recursos naturales. Por tal razón, para regular la gestión de los RP se publicaron siete NTE's entre 1988 y 1989, las cuales fueron derogadas y transformadas en la NOM el 22 de octubre de 1993, como se dijo anteriormente.

### *Normas Técnicas Ecológicas derogadas en 1993\**

- NTE-CRP-001/88. Establece los criterios para determinar los RP y el listado de los mismos (DOF, 6 de junio de 1988).
- NTE-CRP-002/88. Establece los procedimientos para efectuar la prueba de extracción mediante la cual se determinan los constituyentes que hacen peligroso a un residuo. (DOF, 14 de diciembre de 1988).
- NTE-CRP-003/88. Establece la incompatibilidad entre dos o más RP (DOF, 14 de diciembre de 1988).
- NTE-CRP-008/88. Establece los requisitos que debe tener un confinamiento para RP, exceptuando los radioactivos (DOF, 6 de junio de 1988).
- NTE-CRP-009/88. Establece los requisitos técnicos para diseñar y construir las obras complementarias de un confinamiento controlado para RP (DOF, 8 de septiembre de 1989).
- NTE-CRP-010/88. Establece los requisitos que deben observarse para diseñar, construir y operar las celdas de confinamiento controlado para RP (DOF, 14 de diciembre de 1988).
- NTE-CRP-011/88. Establece los requisitos para operar un confinamiento controlado de RP (DOF, 13 de diciembre de 1989).

\* Consultar el Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992. Instituto Nacional de Ecología. Sedesol.

### *Normas Oficiales Mexicanas para residuos peligrosos\**

- NOM-CRP-001/93. Establece las características de los RP, el listado de los mismos y los límites que hacen a un RP por su toxicidad al ambiente.
- NOM-CRP-002/93. Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-CRP-003/93. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001/93.
- NOM-CRP-004/93. Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de RP, excepto los radiactivos.
- NOM-CRP-005/93. Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
- NOM-CRP-006/93. Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
- NOM-CRP-007/93. Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

\* Consultar el DOF (octubre 22 de 1993).

## *Aspectos básicos de las Normas Oficiales Mexicanas para residuos peligrosos*

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-001-ECOL/93). *Establece las características de los RP, el listado de los mismos y los límites que hacen peligroso a un residuo por su toxicidad al ambiente (DOF, octubre 22 de 1993)*

### 1) Objetivo

Determinar cuáles residuos deben considerarse peligrosos; dar a conocer un listado de los mismos y un listado de sus componentes tóxicos y de sus concentraciones máximas permitidas.

tóxicos, inflamables, y/o estén considerados como biológico-infecciosos (figura 10).

### 2) Aspectos esenciales

Se tomará como base para determinar la peligrosidad o no peligrosidad de los residuos que éstos se encuentren comprendidos en los listados de la Norma Oficial Mexicana:

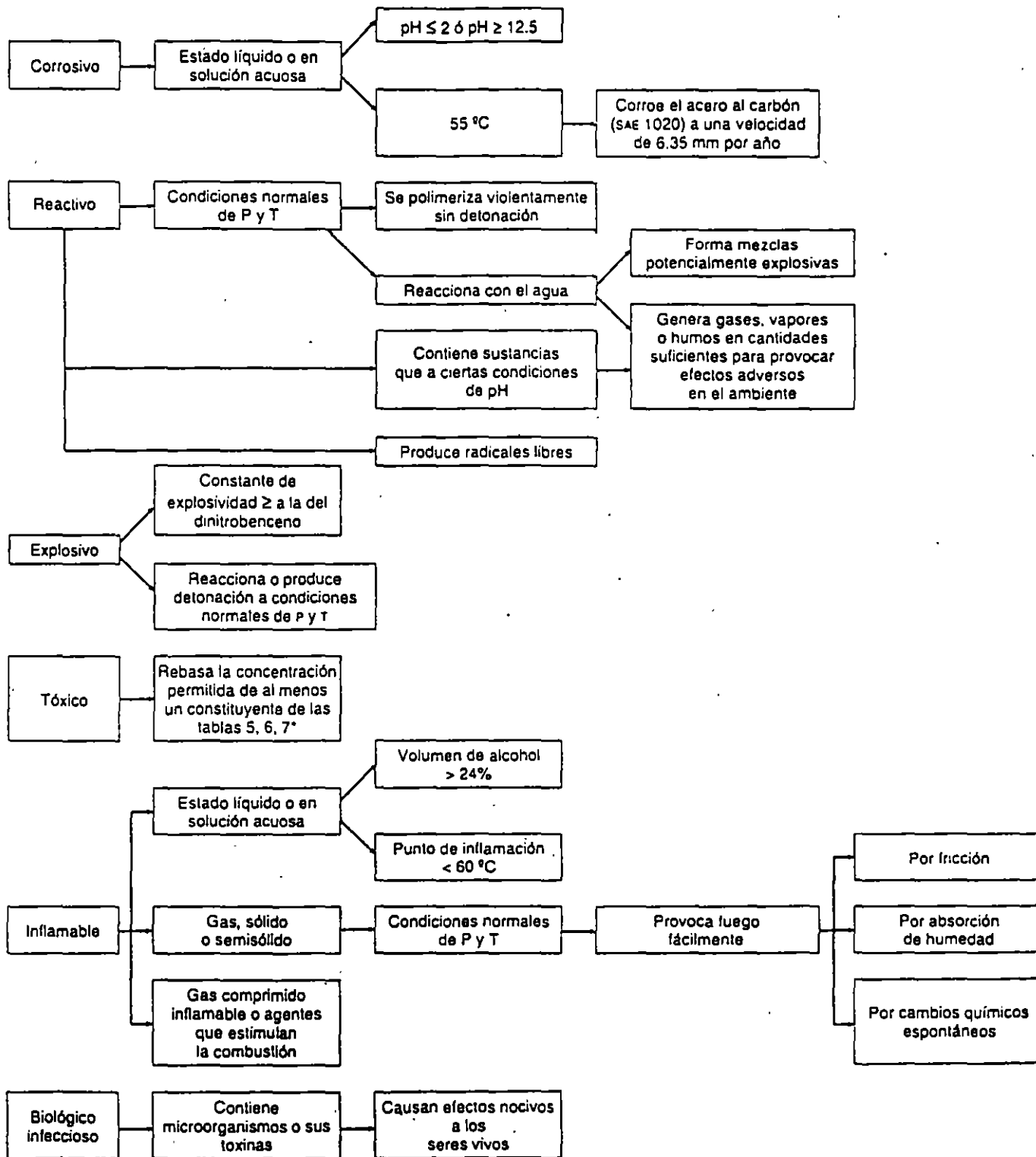
Las características CRETIB del residuo se obtienen al hacer un análisis físico-químico-biológico, conforme al inciso 5.5 de la presente norma.

- a) "Clasificación de RP por giro industrial y proceso" (Anexo 2).
- b) "Clasificación de residuos por fuente no específica" (Anexo 3).
- c) "Clasificación de residuos de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas" (Anexo 4).
- d) "Clasificación de residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas" (Anexo 4); o bien que
- e) Los residuos presenten una o más de las características denominadas CRETIB; es decir, que sean corrosivos, reactivos, explosivos,

- Un residuo que no se encuentre clasificado en las tablas de los Anexos 2-4 se considera peligroso si presenta una o más de las características especificadas de acuerdo a las condiciones de medición establecidas en el inciso 5.5 (figura 11).
- Un residuo que cumpla con los criterios a), b), c) y d), pero que no exceda los límites establecidos para ninguna de las características indicadas en el punto e), podrá ser exceptuado de ser considerado residuo peligroso a criterio de la Secretaría de Desarrollo Social.
- En caso de que un residuo se determine como peligroso, el generador tendrá que cumplir con lo estipulado en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

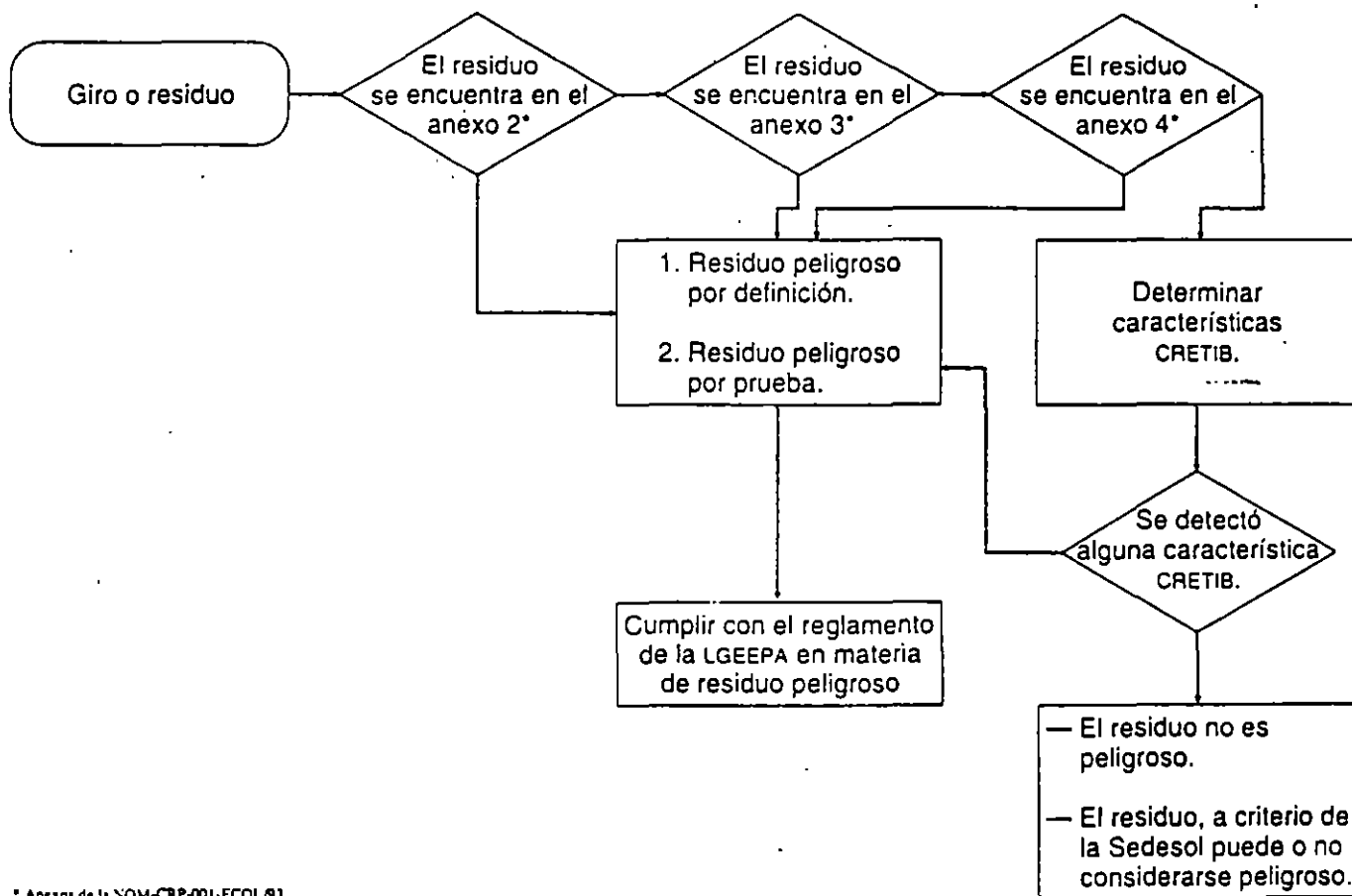
(Los listados a los que se hace referencia aparecen en los Anexos de esta monografía).

**Figura 10**  
**Características de los residuos peligrosos según su clave CRETIB**



\*Anexo 3 de la NOM-CRP-001-ECOL/93.

**Figura 11**  
Método de identificación de residuos peligrosos



\* Anexos de la NOM-CRP-001-ECOL/93.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-002-ECOL/93). *Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (DOF, octubre 22 de 1993)*

1) Objetivo

Dar a conocer el procedimiento oficial para preparar las muestras de residuos que se someterán a análisis para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad (figura 12).

2) Aspectos esenciales

— Se toman dos muestras representativas del residuo, en los términos que marca la NOM aplicable. La primera muestra se emplea para las pruebas preliminares; la segunda se utiliza para la prueba de extracción.

Condiciones para la prueba de extracción

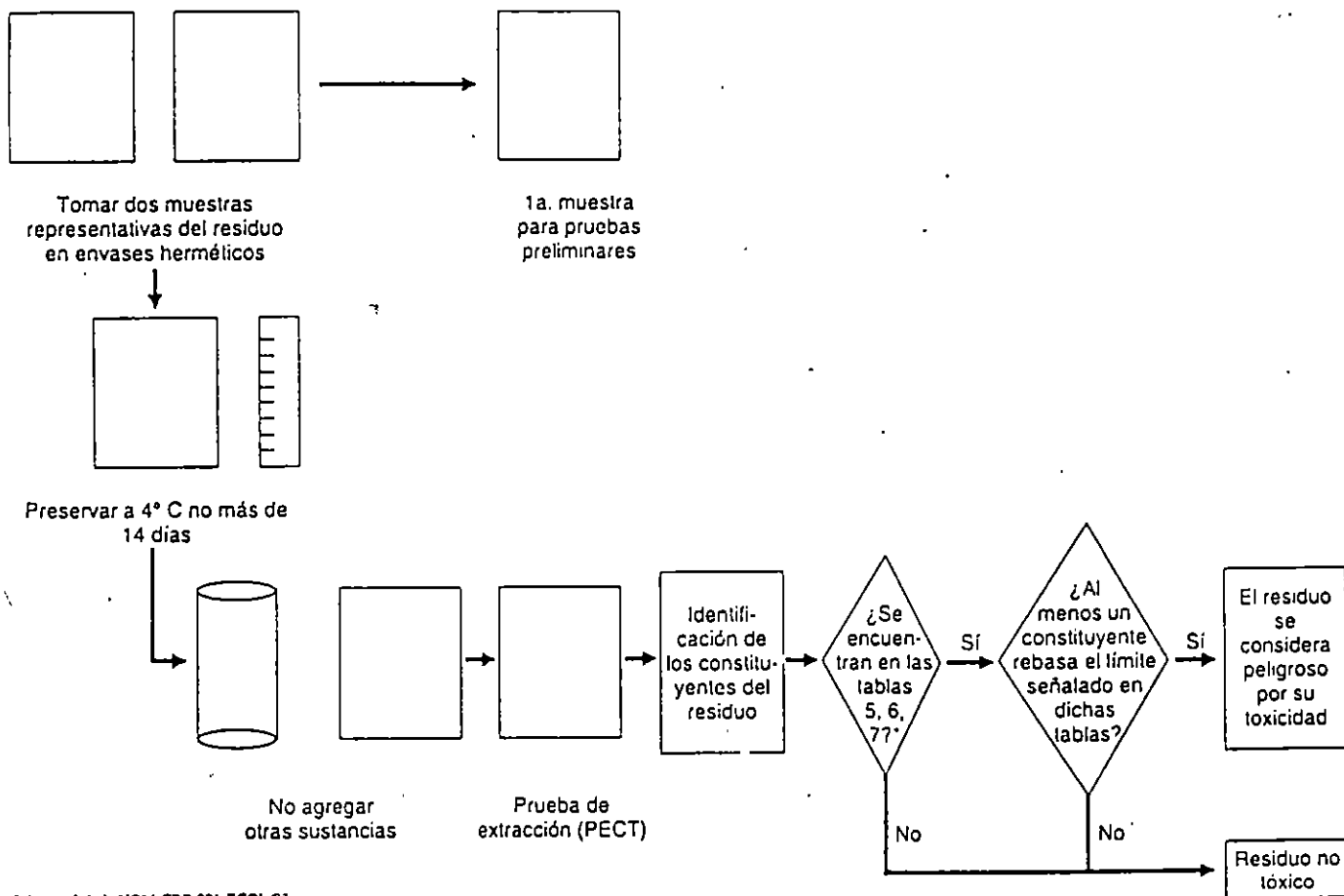
- Las muestras y los extractos deben ser preparados para el análisis en un plazo que no rebase

los 14 días; además, deben ser preservados a una temperatura de 4 °C.

- En caso de compuestos volátiles, las muestras deberán ser recolectadas y preservadas de modo que se prevenga la pérdida de éstos.
- En ningún caso se deben agregar otras sustancias a la muestra para preservarla antes de la extracción.
- La prueba de extracción se elabora con aparatos y materiales adecuados, comparando las concentraciones de los constituyentes que determinan la toxicidad del residuo analizado, de acuerdo con las tablas 5, 6 y 7 del anexo 5 señaladas en la NOM-CRP-001-ECOL/93.
- Si al menos un constituyente de dicha tabla rebasara la concentración máxima permitida, el residuo se considerará como tóxico por su prueba.

Figura 12

Metodología para la prueba de extracción a fin de determinar la toxicidad de los residuos peligrosos



\* Anexo 3 de la NOM-CRP-001-ECOL93.



NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-003-ECOL/93). *Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-CRP-001-ECOL/93 (DOF, octubre 22 de 1993)*

1) Objetivo

Esta norma pretende proporcionar un mecanismo que permita identificar fácilmente cuándo dos o más residuos no deben mezclarse, ya que pueden ocasionar daños a la salud y al ambiente.

2) Aspectos esenciales

Para determinar la incompatibilidad entre los RP se incluyó a éstos en diversos grupos reactivos enlistados en los anexos de la Norma y se elaboró un código de reactividad que describe las consecuencias de que dichos grupos de residuos reaccionen entre sí.

Con base en esa información se construyeron tablas de incompatibilidad en las que se puede

consultar el comportamiento de pares de grupos reactivos en las casillas en las que éstos se interceptan.

Ejemplo: Si se tiene un residuo que contenga nitruros (número 25 de la lista de grupos reactivos) y otro residuo que contenga aldehídos (número 5 de la lista de grupos reactivos), al intersectar ambos grupos en la tabla de incompatibilidad (figura 13), se cae en la casilla que contiene las letras gfH. Esto significa, según el código de reactividad, que si se mezclan esos residuos se generarán gases inflamables (gf) y calor, por reacción química (H); por tanto, los residuos son incompatibles.

Figura 13  
Tabla de incompatibilidad

No.	Reactividad nombre del grupo										
1	Acidos minerales no oxidantes	1									
...			2								
...				3							
...					4						
5	Aldehídos					5					
...							6				
...								...			
25	Nitruros							gfH		25	
...										...	
107	Sustancias reactivas al agua										107

Código de Reactividad

Consecuencias de la reacción

- H Genera calor por reacción química.
- F Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción.
- G Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados.
- gt Genera gases tóxicos.
- gf Genera gases inflamables.
- E Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción.
- P Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables.
- S Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos.
- D Produce reacción desconocida. Sin embargo, debe considerarse como incompatible la mezcla de los residuos correspondientes a este código, hasta que se determine la reacción específica.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-004-ECOL/93). *Establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de RP, excepto los radiactivos (DOF, octubre 22 de 1993)*

1) Objetivo

Sentar las bases para una elección adecuada de los sitios que serán destinados a confinamientos controlados de RP (excepto radioactivos), con el fin de reducir los riesgos de contaminación ambiental.

2) Aspectos esenciales

Los requisitos que debe reunir el sitio destinado a confinamiento controlado son los siguientes:

- Geohidrológicos

- Evitar la conexión con acuíferos, de preferencia; en caso de encontrarse en las cercanías de un acuífero, el sitio debe estar ubicado a una distancia tal que no permita la filtración de cualquier elemento contaminante.

- Tener un tiempo de flujo de la superficie al manto frático mayor a 300 años.

- Hidrología Superficial

- Ubicarse fuera de las llanuras de inundación.

- Situarse en un desnivel de al menos 20 metros a partir del fondo del cauce de corrientes.

- Encontrarse por lo menos a 500 metros alejado longitudinalmente a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial.

- Ecológicos

- Ubicarse fuera de las zonas del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas y de las zonas consideradas como patrimonio cultural, así como de las áreas donde se encuentren especies animales y vegetales protegidas.

- Climáticos

- Ubicarse en áreas donde se evite que los vientos dominantes puedan transportar emanaciones a centros de población.

- Tener una precipitación media anual en el sitio menor a los 2 000 milímetros.

- Sísmicos

- Ubicarse en zona asísmica.

- De no cumplirse la condición de asismicidad, el riesgo sísmico debe ser mínimo (menor a cuatro sismos mayores de 7° Richter, en los últimos 100 años).

- Topográficos

- Tener una pendiente media de terreno natural no menor de 5% ni mayor de 30 por ciento.

- El terreno debe estar protegido de la erosión hídrica y eólica.

- El camino de acceso que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable en todo tiempo y estar en buenas condiciones de seguridad.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-005-ECOL/93). *Establece los requisitos para diseñar y construir las obras complementarias de un confinamiento controlado de RP*  
(DOF, octubre 22 de 1993)

1) Objetivo

Identificar las instalaciones, áreas, servicios y otros elementos con los que deben contar los confinamientos controlados de RP para su operación adecuada y dar a conocer los requisitos para su diseño y construcción.

2) Aspectos esenciales

- Areas de acceso y espera.- Tienen como función controlar entradas y salidas del personal y/o los vehículos. Deberán tener las dimensiones y capacidad adecuada para estacionar los vehículos que transporten residuos peligrosos.
- Cerca perimetral y de seguridad.- Se establecen las dimensiones y los materiales a utilizar para las cercas.
- Caseta de vigilancia.- Debe tener un área mínima de 4 m cuadrados.
- Caseta de pesaje y báscula.- La báscula —por lo menos de una capacidad de 60 ton— debe ubicarse en una caseta techada, con una superficie mínima de 16 m<sup>2</sup>; su instalación debe apegarse a las especificaciones del fabricante.
- Laboratorio.- Debe contar con los elementos necesarios para verificar la composición y características de los residuos, así como para realizar los análisis de lixiviados y pruebas de campo.
- Caminos.- Se establecen las especificaciones que deben de tener los caminos tanto interiores como exteriores, tomando en cuenta el tipo de terreno, la pendiente, la carga, los materiales, etcétera.
- Area de mantenimiento temporal.- Está destinada a recibir RP cuando no haya celdas disponibles o cuando no sea posible realizar el confinamiento en forma inmediata. Debe tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de RP que se recibe por día.
- Area de emergencia temporal.- Está destinada a recibir RP que provengan de una contingencia o que deban estabilizarse antes de su depósito.
- Area de limpieza.- Está destinada al aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales usados en la operación del confinamiento.
- Drenaje.- Se dan las especificaciones a seguir para la construcción tanto del drenaje interior como del exterior.
- Instalación de energía eléctrica.- Debe satisfacer las necesidades de iluminación de las áreas, así como el funcionamiento de los equipos y maquinaria que lo requieran (interior y exterior). El confinamiento deberá contar además con una fuente de energía eléctrica para emergencias.
- Señalamientos.- Deben ser de tres tipos: informativos, preventivos y restrictivos. Se instalarán en áreas de acceso, zonas restringidas, andadores y caminos.
- Pozos de monitoreo.- Se dan las especificaciones para construir los pozos para el monitoreo de lixiviados y aguas subterráneas; de manera que sea posible verificar que no existan fugas de líquidos en los confinamientos.
- Area de amortiguamiento.- Debe tener por lo menos 12 m de ancho.
- Taller de mantenimiento.- Debe dar mantenimiento a maquinaria pesada y vehículos.
- Area administrativa.- Debe contar con espacio suficiente para la instalación de oficinas.
- Servicio de primeros auxilios.- Debe contar con un servicio de primeros auxilios, necesarios conforme a las disposiciones legales aplicables.
- Servicio de sanitarios.- Se instalarán conforme a las disposiciones legales aplicables.
- Colocación de accesos.- Se ubicarán a sotavento.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-006-ECOL/93). *Establece los requisitos que deben observarse al diseñar, construir y operar celdas de un confinamiento controlado para RP*  
(DOF, octubre 22 de 1993)

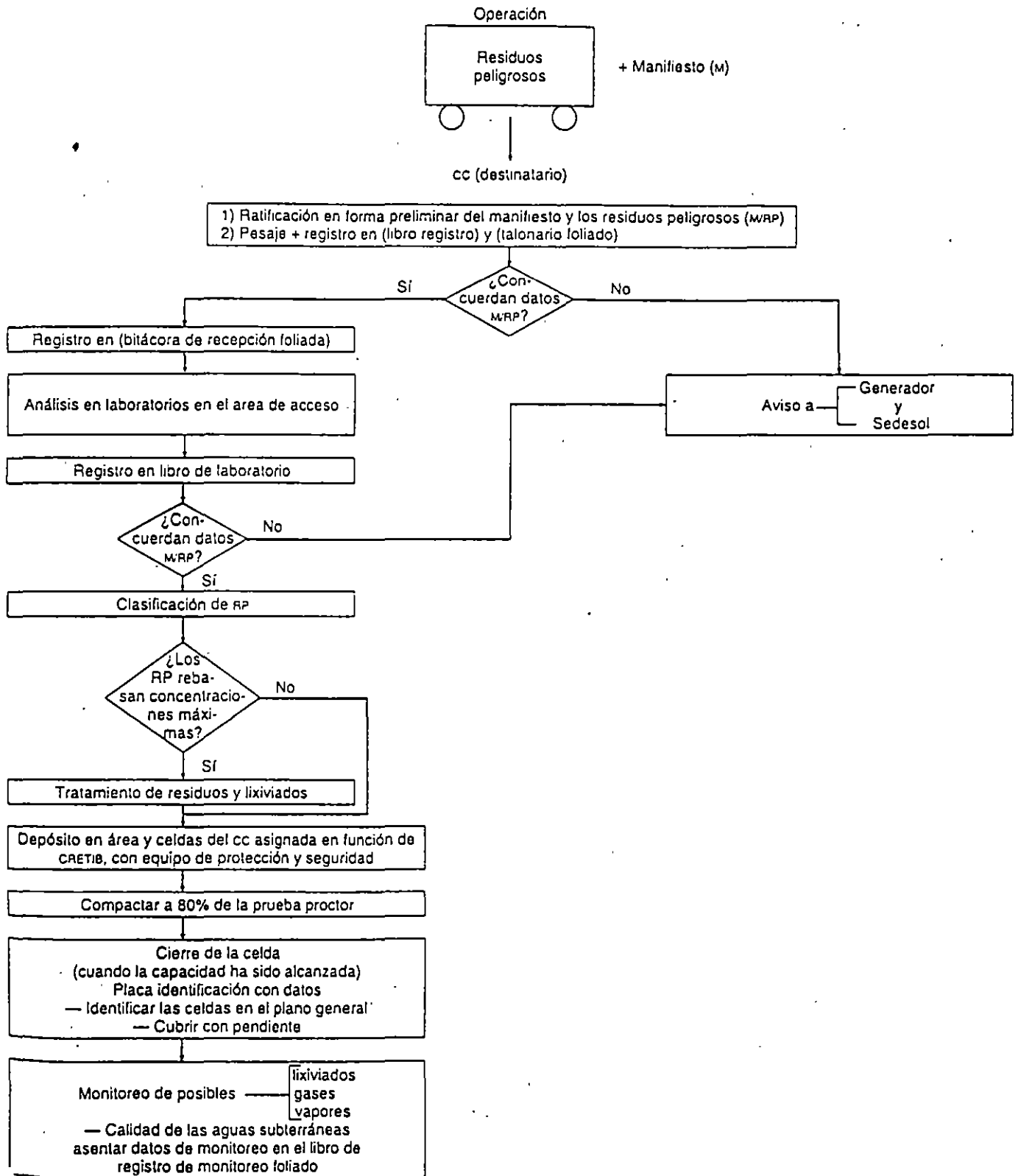
- 1) **Objetivo**  
Determinar los requisitos para el adecuado diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para RP, con el fin de evitar en lo posible contaminación de los mantos freáticos, así como del ambiente en general.
- 2) **Aspectos esenciales**
  - a) **Celdas**
    - Las celdas de un confinamiento controlado deben ser impermeables; contar con sistemas para captar lixiviados; y de venteo de gases (en caso necesario). Deben tener muros con grosor y resistencia adecuados; la estructura de los taludes y el fondo deben ser resistentes.
    - En la celda sólo se podrán depositar los RP enlistados en la norma NOM-CRP-001-ECOL/93, tales como los RP compatibles, los estabilizados y, de ser a granel, tener un porcentaje de agua menor a 30%; (si el contenido de agua es mayor a este porcentaje deberán ser envasados previamente). No se pueden depositar RP con contenido de aceite mayor a 5% o con trazas de aceite y más de 25% de humedad.
  - b) **Sistemas de Captación de Lixiviados (SCL)**
    - Los SCL deben contar con: colector, subcolector, cárcamo y pozos de monitoreo que formen un sistema de drenaje impermeable, resistente y eficiente. Debe existir un SCL por cada 500 m<sup>2</sup> de celda.
  - c) **Sistema de Venteo (SV)**
    - El cárcamo debe poder almacenar los lixiviados y la precipitación pluvial promedio del sitio y se monitoreará adecuada y constantemente.
  - d) **Cubierta (C)**
    - Debe existir un SV por cada 300 m<sup>2</sup> de celda. El diámetro de los conductos y la altura de los subcolectores de captación de gases estarán predeterminados según la norma.
  - e) **Operación**
    - La cubierta no podrá ser construida con suelos contaminados por residuos peligrosos.
    - Se depositarán RP a granel y envasados en diferentes frentes libres de lixiviados. Los envasados se depositarán en grupos. Los RP a granel deben compactarse periódicamente. No se operarán las celdas en caso de precipitación pluvial. Se verificará la existencia de lixiviados continuamente, extrayéndolos y tratándolos. No circulará equipo mecánico con peso mayor de 10 ton sobre las celdas de confinamiento controlado con RP envasados.
  - f) **Equipo de Protección**
    - Los operarios deben utilizar equipo de protección adecuado.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-CRP-007-ECOL/93). *Establece los requisitos para operar un confinamiento controlado de RP (DOF, octubre 22 de 1993)*

- 1) **Objetivo**

Determinar los requisitos para operar un confinamiento controlado para RP con el fin de contar con un adecuado sistema de control, manejo y registro, así como con las especificaciones necesarias para su disposición en dicho sitio (figura 14).
- 2) **Aspectos esenciales**
  - a) **Registro**
    - Deberá contarse con una bitácora foliada para registrar las entradas y salidas de residuos peligrosos; así como libros de registro de pesaje y de laboratorio.
  - b) **Operación**
    - El transportista deberá contar con los manifiestos correspondientes y presentarlos para verificar que los residuos correspondan con lo especificado en dichos documentos.
  - c) **Pesaje**
    - Deberá verificarse que el peso de los residuos a tratar corresponda a lo señalado en los manifiestos.
  - d) **Análisis**
    - Todo residuo peligroso debe ser muestreado, analizado y clasificado.
  - e) **Tratamiento**
    - Los residuos peligrosos deberán ser tratados para asegurar su estabilización y reducir su peligrosidad y riesgo de fuga.
  - f) **Asignación del área y celdas de confinamiento**
    - Los RP deberán ser depositados de forma inmediata en el área y la celda, tomando en cuenta sus características CRETIB (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, y/o estén considerados como biológico-infecciosos).
  - g) **Cierre de la celda**
    - Las celdas de confinamiento cuya capacidad haya sido alcanzada deberán cubrirse y contar con una placa de identificación.
  - h) **Monitoreo**
    - El responsable llevará a cabo una revisión permanente en los pozos de monitoreo y sistemas de venteo para detectar emisiones de gases y lixiviados.
  - i) **Obras complementarias**
    - Caminos interiores circulables a velocidad permitida.
    - Drenajes en buen estado.
    - Señalamientos visibles e iluminación adecuados.
    - El área de emergencia se utilizará para recibir en el confinamiento residuos en forma temporal y extraordinaria que provengan de alguna contingencia.

**Figura 14**  
**Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos**



## Sistema de Notificación y Autorización

### Notificación de manejo

- La gestión de RP demanda conocer las empresas o actividades que los generan; el volumen y tipo de residuos que se producen, transportan, almacenan, reciclan, tratan o eliminan anualmente; detectar los lugares del territorio nacional donde esto ocurre; tener información sobre las empresas transportadoras y las involucradas en su almacenamiento, tratamiento o eliminación final; así como sobre los incidentes en los que se producen derrames y la forma en que son atendidos para minimizar o controlar los riesgos. Con tal fin, se ha establecido un sistema de notificación basado en los siete diversos manifiestos y reportes de manejo de RP (cuadro 20):

A partir de esto se elabora el inventario al que obliga el Artículo 4, fracción XI del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, donde se señala la competencia de la Sedesol para establecer y mantener actualizado un sistema de información sobre la generación de los residuos materia del presente reglamento (cuadros 21 y 22).

Quienes estén involucrados en actividades relacionadas con tales residuos deben manifestarlo y recibir autorización de la autoridad federal en la materia, que es la Dirección General de Normatividad Ambiental (DGNA) del INE. El Instituto se apoya en las delegaciones estatales de la Sedesol, las que, a través de sus subdelegados, reciben, procesan y tuman a la oficina central la información relativa a los manifiestos que se generan en su entidad.

La descentralización del procedimiento de tramitación de las actividades enmarcadas en los manifiestos tiene como principal objetivo que las entidades participen directamente en el proceso de gestión de los RP que se generan o que tienen como destino su territorio (figura 15).

La PFFPA, apoyada por sus subdelegados estatales, verifica el cumplimiento de las disposiciones legales en la materia.

**Cuadro 20**  
*Manifiestos y reportes de manejo de residuos peligrosos\**

Tipos de manifiestos y reportes de manejo de residuos peligrosos	Fecha de publicación
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No. 2 (VIII-89).
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Bifenilos Policlorados.	Gaceta Ecológica N 11 (XI-90).

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental Instituto Nacional de Ecología. Sedesol 1992

La fundamentación legal de los manifiestos y sus aspectos básicos se refieren a continuación; así como quienes deben emplearlos para notificar a la autoridad sus actividades y los tiempos con que cuentan para hacerlo (cuadro 23).

#### *Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos*

##### Objetivo

Identificar a las fuentes generadoras de RP, así como conocer los volúmenes anuales y tipos de dichos residuos.

Para dar cumplimiento a este ordenamiento, la industria nacional debe entregar a la DGNA-INE los siguientes documentos en original y copia:

**Cuadro 21**

*Tipos de empresas que requieren entregar los manifiestos y reportes de residuos peligrosos*

Manifiestos y Reportes	Empresas
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	Generador.
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	Generador, transportista y destinatario.
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	El generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio.
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Residuos de Bifenilos Policlorados (BPC's) Provenientes de Equipos Eléctricos.	Generador.
Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final.	El generador y, en su caso, la empresa de disposición final.
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	Generador.
Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento.	Empresa de reciclaje, tratamiento, o disposición final.

Fuente: Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos. DOF, noviembre 25 de 1988.

- Pago ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en el formato SHCP-5, clave 611, por concepto de registro de empresas generadoras de RP, conforme al derecho de prevención y control de la contaminación, según lo establece el Artículo 174-P de la Ley Federal de Derechos. Cabe mencionar que dicho pago variará cada trimestre, según lo establece la tasa de incremento respectiva.
- Análisis de laboratorio de RP generados (cuando así se requiera, conforme a las NOM-CRP-001-ECOL/93 y NOM-CRP-002-ECOL/93).

**Cuadro 22**

*Plazos recomendados para la entrega de los distintos manifiestos y reportes de residuos peligrosos*

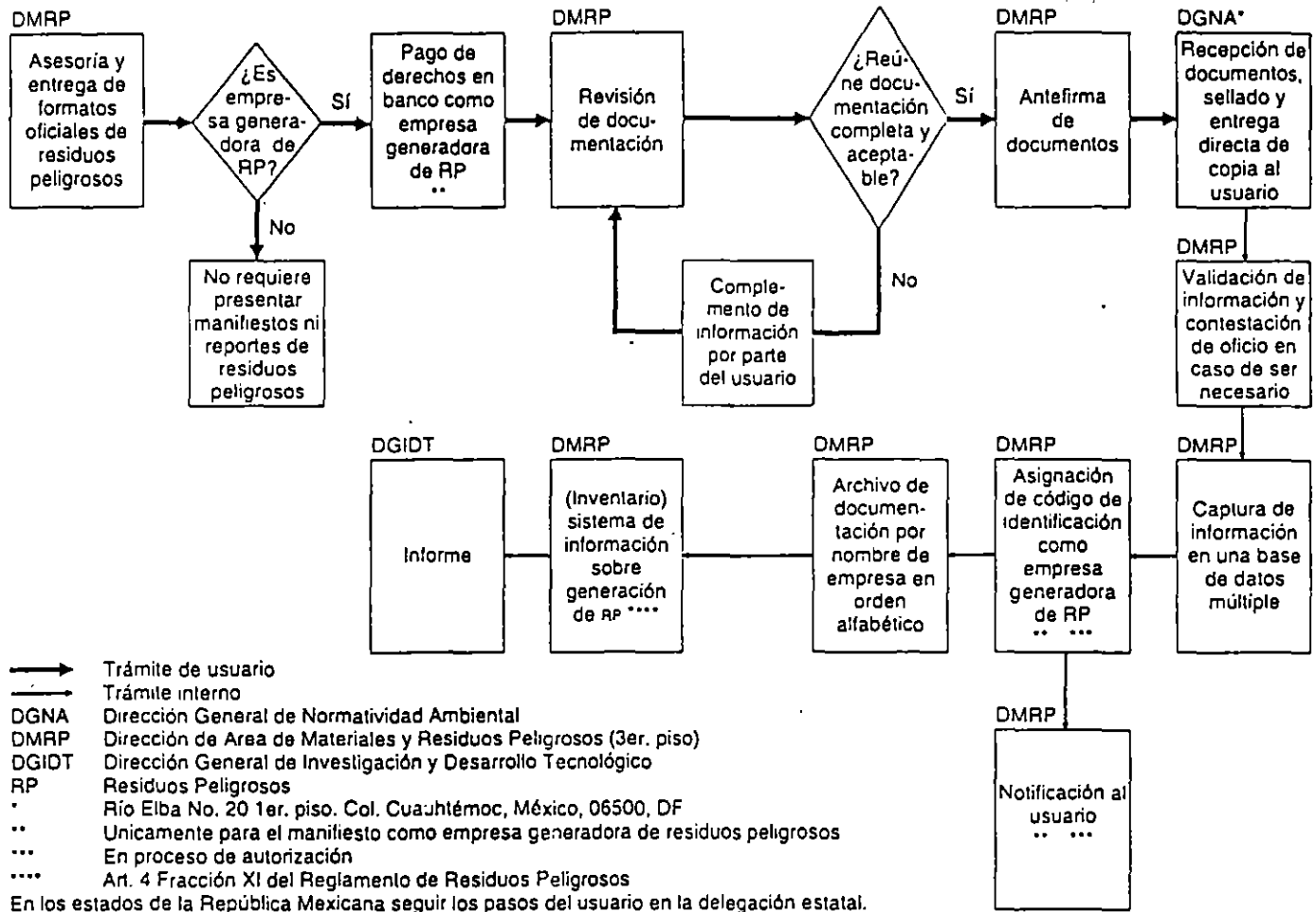
Manifiestos y reportes	Periodo
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	Al iniciar la generación de residuos peligrosos.
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	Semestralmente.
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	Aviso de inmediato y entrega del manifiesto tres días después del derrame de residuos peligrosos.
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Residuos de Bifenilos Policlorados (BPC's) Provenientes de Equipos Eléctricos.	Al detectarse la presencia de BPC's en equipos eléctricos que los contengan.
Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final.	Mensualmente.
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	Semestralmente.
Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento.	Semestralmente.

Fuente: Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos. DOF, noviembre 25 de 1988.

- Diagrama de flujo del proceso productivo, indicando donde se generan dichos RP (cuando así se requiera por la Dirección General de Normatividad Ambiental).
- Este manifiesto se entrega una sola vez, a menos que se produzcan cambios que ameriten ser dados a conocer, ya que es responsabilidad del generador mantener actualizada la información en cuanto a tipos de RP, así como cantidad y composición. Esta entrega se efectuará por parte de la planta productiva con que cuente la empresa.



**Figura 15**  
*Tramitación de los siete manifiestos y reportes de residuos peligrosos*



**Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos**

**Objetivo**

Registrar y dar seguimiento a los movimientos de RP desde su generación hasta su disposición final; contar con información acerca de quiénes intervienen y son responsables de esos movimientos.

- Para la entrega de este manifiesto no se requiere pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica del personal de la DGNA.
- Este manifiesto lo entrega el transportista o el destinatario de los residuos peligrosos.

- Este manifiesto se entregará por cada embarque realizado de RP transportados y se conservará por 5 años en el caso del transportista, y por 10 años en el caso del generador y del destinatario.

**Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente**

**Objetivo**

Establecer un registro para hacer el seguimiento de los casos de residuos y sustancias peligrosas derramadas por accidente, de las empresas involucradas y de las medidas correctivas empleadas para restablecer el equilibrio ecológico en las áreas afectadas.

**Cuadro 23****Fundamentación legal de los manifiestos y reportes de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos**

Manifiestos y reportes.	Artículos
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	8 Fracción I
Manifiesto de Entrega Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	23, 24, 25 y 26
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	42
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Residuos de Bifenilos Policlorados (BPC's) Provenientes de Equipos Eléctricos	38 y 39
Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final.	34
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclaje, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	8 Fracción XI.
Reporte Semestral de RP Recibidos para su Reciclaje o Tratamiento.	25

Fuente: Reglamento de la LGEEPA en Materia de residuos peligrosos. DOF, noviembre 25 de 1988.

- Para la entrega de este manifiesto no se requiere pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica del personal de la DGNA.
- Este tipo de manifiesto lo entrega la empresa generadora de RP y, en su caso, la empresa que preste el servicio de manejo en el momento del derrame de dichos residuos.

*Manifiesto para Generadores Eventuales de Residuos de Bifenilos Policlorados (BPC's) Provenientes de Equipos Eléctricos*

**Objetivo**

Integrar una relación de empresas que posean equipos que contengan o estén contaminados con BPC's, para hacer el seguimiento de las medidas establecidas para su manejo y destrucción adecuados.

- Para la entrega de este manifiesto no se requiere pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica del personal de la Dirección General de Normatividad Ambiental.
- Este manifiesto lo remite la empresa que posea equipos que contengan o estén contaminados con bifenilos policlorados.

*Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final*

**Objetivo**

Establecer una base de datos acerca de la cantidad y naturaleza de los RP depositados en sitios de confinamiento controlado, así como de los sistemas utilizados para su disposición final, para supervisar su operación.

- Para la entrega de este manifiesto no se requiere pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica del personal de la Dirección General de Normatividad Ambiental.
- Este manifiesto lo entrega la empresa de confinamiento de residuos peligrosos a la Institución correspondiente.

*Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento*

**Objetivo**

Disponer de información acerca de la cantidad y naturaleza de los RP enviados por las empresas generadoras para su confinamiento o reciclaje, así como sobre los sistemas empleados en uno u otro caso.

- Para la entrega de este reporte no se requiere de pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica del personal de la DGNA.
- Este reporte lo entrega la empresa generadora de residuos peligrosos.

**Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento**

**Objetivo**

Disponer de información acerca de cantidad y naturaleza de los RP confinados o reciclados, así como de los procedimientos utilizados para ello en las empresas operadoras de tales servicios.

- La entrega del reporte no requiere de pago ante la SHCP. Únicamente se entrega en original y copia para revisión técnica de la DGNA.
- La empresa receptora de RP entrega el reporte.

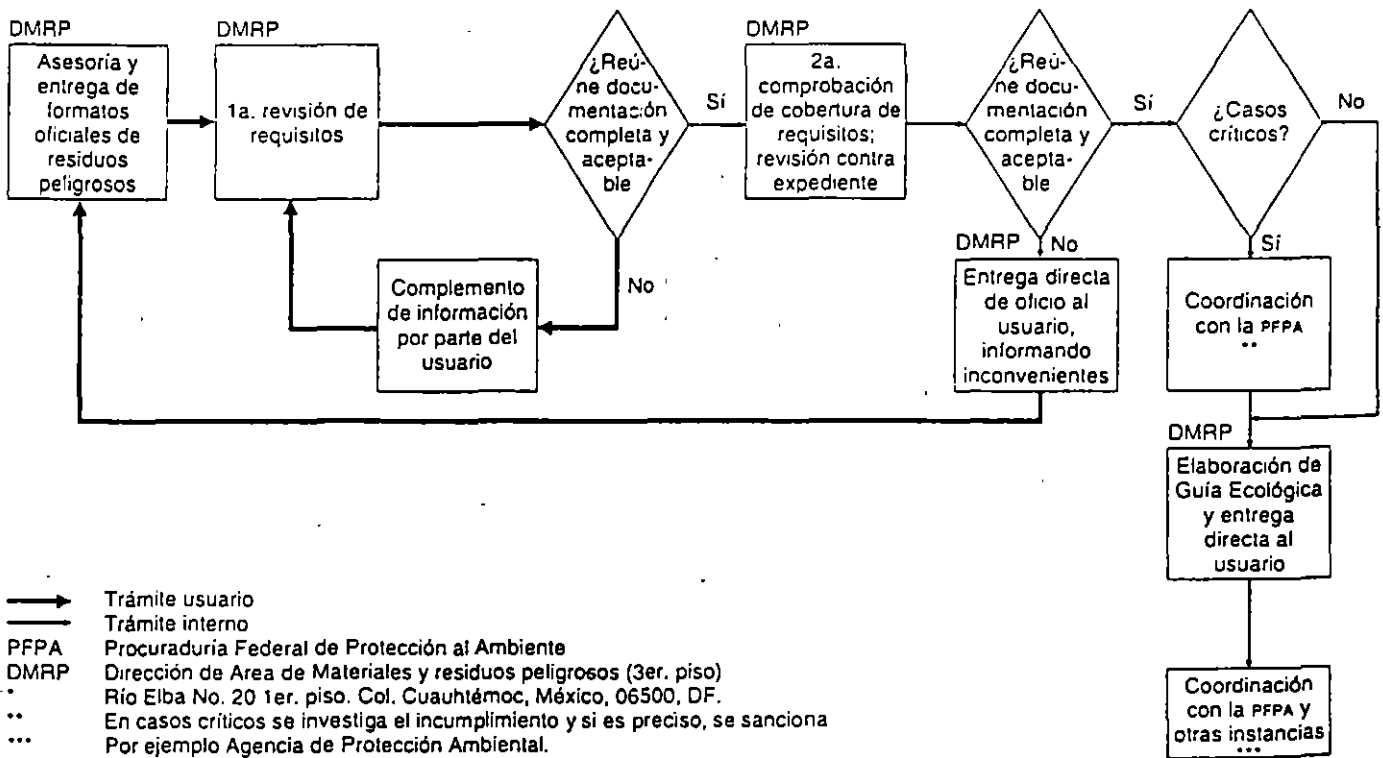
**Manifiestos y guías ecológicas de importación-exportación**

Las industrias que desean importar o exportar materiales o RP deben apegarse a las condiciones que

establece el reglamento en la materia, para lo cual deben presentar el documento denominado: "Manifiesto para la importación o exportación de materiales o RP". En este caso están quienes realicen movimientos transfronterizos de materiales y RP. Dicho manifiesto se solicita en la DGNA para todo el país y los estados del norte (BC., Son., Chih., Coah., NL. y Tamps.) realizan sus trámites en las respectivas delegaciones de la Sedesol.

Deben proporcionar información detallada sobre la empresa, su ubicación, composición química de los residuos a transportar y volúmenes de RP a importar o exportar; si es el caso, enviar el diagrama de flujo para la reutilización del residuo peligroso; asimismo, deben brindar datos sobre los transportistas y la ruta a seguir hasta su destino. Esta información quedará registrada en la empresa y disponible para la autoridad (figura 16).

**Figura 16**  
**Tramitación de manifiestos de importación/exportación de materiales y residuos peligrosos (Guías ecológicas)**  
**Dirección General de Normatividad Ambiental**



*Requisitos para la importación o exportación de materiales y residuos peligrosos\**

1. Enviar un manifiesto para la importación o exportación de materiales o RP debidamente llenado (importación y exportación).
2. Anexar un croquis de localización de la empresa, dibujando las calles que lo rodean, colindancias y lugar que ocupa el predio dentro de ésta, así como el tipo de uso de suelo, de acuerdo con el plan maestro regulador de desarrollo municipal (importación y exportación).
3. Anexar en hoja tamaño carta un croquis de la ruta a seguir desde el puerto de entrada al país hasta el destino final, indicando las poblaciones más importantes por donde pasará el embarque (importación).
4. Anexar en hoja tamaño carta un croquis de la ruta a seguir desde el punto de carga hasta el destino final. Debe incluir el puerto de salida del país, indicando las poblaciones más importantes por donde pasará el embarque (exportación).
5. Indicar el nombre, la denominación o razón social y el domicilio del o de los transportistas; el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar (importación y exportación).
6. Entregar copia del Acta Constitutiva y/o Registro Federal de Contribuyentes (importación y exportación).
7. Indicar el puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita la entrada o salida de los materiales o RP (importación y exportación).
8. Anexar las especificaciones técnicas del material o residuo a importar o exportar (importación y exportación).
9. Anexar el diagrama de flujo y el equipo de proceso en el cual se utilizarán las materias primas; señalar los puntos de generación de emisiones al aire, al agua y residuos, indicando las características de éstos y su disposición final (importación).
10. Indicar el proceso para la utilización o recuperación del residuo; anexar la descripción completa con diagrama de flujo (exportación).
11. Pagar la fianza por el monto fijado por la Sedesol, con vigencia de 90 días como mínimo, a partir de la autorización de la Guía Ecológica que el solicitante deberá hacer para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia Guía y de las leyes, del reglamento y demás disposiciones aplicables, así como para reparar los daños que pudieren causarse, aún en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda (importación y exportación).  
La póliza de cobertura de responsabilidad civil, deberá llevar la siguiente leyenda:  
"Cobertura de responsabilidad Civil, por afectación a terceros en su persona o en sus bienes; daños a la ecología por derrames o fugas en el manejo del material o residuo para lo que se haya obtenido la Guía Ecológica o por el mal uso del documento en cuestión; la póliza o seguro deberá ser expedida en favor de la Secretaría de Desarrollo Social".
12. Anexar copia de la licencia de funcionamiento emitida por la Sedesol, incluyendo los anexos (importación y exportación).
13. Anexar la lista de clientes, en caso de comercializar las materias primas o residuos (importación y exportación).
14. Describir las medidas de emergencia que se tomarán en el caso de presentarse derrames en tránsito o debido a siniestro (importación y exportación).
15. Anexar autorización, por parte de Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para la importación de los productos (sólo para el registro de perfil de calidad y autorización de etiquetas de aceites lubricantes para motor a gasolina o a diesel, con base en la NOM-L-21-1990) (importación).
16. Anexar carta de aceptación de los residuos por parte de la empresa y el gobierno del país destinatario (exportación):

\* Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

17. Indicar el número de registro de la empresa destinataria de los residuos (exportación), ante la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA).
18. La composición química total de los materiales o residuos estará ajustado al 100 por ciento.
19. La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de 90 días naturales a partir de su otorgamiento. Una vez efectuada la operación de exportación, deberá notificarse a la Secretaría, dentro de los 15 días naturales a la fecha en que se hubiere realizado.

En caso de dictaminar favorablemente, la Sedesol expide una Guía Ecológica que autoriza la movilización transfronteriza de los materiales o RP en cuestión, a través de la DGNA-INE o de sus delegaciones en los estados de la República Mexicana.

Cabe señalar que el movimiento transfronterizo de RP en México está sujeto a los convenios binacionales o multinacionales suscritos por nuestro país en la materia. Estos son: el Convenio de la Paz, establecido en 1983 entre Estados Unidos y México (en cuyo Anexo III, formulado en 1986, se estipulan las bases para movilizar los RP) y el Convenio de Basilea, que rige internacionalmente.

El Decreto (DOF, enero 19 de 1987) relativo a la importación o exportación de materiales o RP que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos, estipula que:

- Conforme a las normas vigentes del derecho internacional, es deber de todo Estado proteger y preservar el ambiente, tomando las medidas que sean necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación procedente de cualquier fuente, así como asegurarse que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional, según fue reiterado en la declaración emitida en Estocolmo el 16 de junio de 1972 por la Conferen-

cia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano.

*Aspectos básicos relativos a las guías ecológicas\**

- Art. 2 Para los efectos de este Decreto se considera:
- I Almacenamiento:  
Es la acción de conservar temporalmente los materiales o residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se integran al servicio de recolección o se dispone de ellos.
  - II Concesionario:  
Es la persona física o moral que actúa por sí o como contratista, en el país receptor que recibirá los materiales o residuos peligrosos.
  - III Generador  
Es toda persona que en sus actividades produzca materiales o RP potencialmente peligrosos o de lenta degradación.
  - IV Guía ecológica  
Es un documento expedido por la Sedesol, en el que se autoriza la movilización de materiales o RP que se pretende efectuar desde territorio nacional o desde las zonas marinas de jurisdicción nacional al extranjero, o provenientes del extranjero y con destino nacional.
  - V Manejo  
Son las acciones y maniobras que deben realizarse para el cuidado de los materiales o RP en todo momento.
  - VI Materiales o residuos peligrosos  
Se trata de cualquier objeto material, sustancia o desperdicio, incluyendo los plaguicidas y las sustancias químicas,

\*Consultar el Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o RP que por su naturaleza pueden causar daños al medio ambiente, a la propiedad o constituyen un riesgo a la salud o bienestar públicos. DOF, 19 de enero de 1987.

	que por sí mismas o al entrar en contacto o ser mezclados con otros o por ser manejados indebidamente, produzcan o puedan producir reacciones violentas o liberen sustancias peligrosas, como aquellas generadas en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuyas características no permitan usarlos nuevamente en los procesos que los generaron y que en cualquier estado físico, por sus cualidades corrosivas o tóxicas puedan representar un peligro a la salud, el ambiente, la propiedad o los ecosistemas. Quedan incluidos los materiales, sustancias o desperdicios potencialmente peligrosos.		
VII	Reciclaje Es el proceso de transformación de los residuos con fines productivos.		
VIII	Reúso Es la utilización de los materiales o RP que ya han sido reciclados o tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación o a cualquier otro.		
IX	Territorio nacional Comprende las porciones continentales e insulares del mismo, así como el mar territorial, las aguas marinas, las interiores y la plataforma continental, en los términos de la Ley Federal del Mar.		
X	Transporte Es el traslado de los materiales o RP de un lugar a otro.		
XI	Tratamiento Es el proceso de transformación de los materiales o residuos por medio del cual se cambian sus características.		
XII	Zonas marinas de jurisdicción nacional Corresponden a la Zona Económica Exclusiva y la Zona Contigua, en los términos de la Ley Federal del Mar.		
Art. 4	Corresponde a la Sedesol el control y la vigilancia ecológica de los materiales o		
		Art. 5	RP importados o a exportarse conforme al presente Decreto, aplicando las medidas de seguridad que correspondan. La Secretaría estará facultada para intervenir en los puertos territoriales y aéreos y, en general en cualquier punto del territorio nacional, para los efectos de control y regulación ecológica de los materiales o RP importados o a exportarse, y aplicar las medidas de seguridad que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo.
		I	Para cada volumen de importación o exportación de materiales o RP se requerirá la Guía Ecológica, misma que deberá presentarse por los interesados a la DGNA de la Sedesol. Dicha solicitud deberá contener los siguientes datos y anexos:
		II	Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante y de quien pretenda importar o exportar los materiales o residuos.
		III	Nombre, denominación o razón social y domicilio del generador de los materiales o RP y del propietario de los mismos.
		IV	Nombre, denominación o razón social y domicilio del o de los transportistas y datos de identificación de los vehículos a ser utilizados, incluyendo el modo de transportación y el tipo de contenedor a utilizar.
		V	Nombre, denominación o razón y domicilio del destinatario de los materiales o RP; lugar donde se les tratará, reciclará o reusará; descripción del proceso de tratamiento, reciclaje o reúso que se les dará y utilización lícita de la que serán objeto.
		VI	Lista, composición y cantidad detallada de los materiales o RP que se pretenda importar o exportar.
			Lugar de partida de destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirán.

VII	Puerto terrestre marítimo o aéreo por donde se solicita el ingreso o salida de los materiales o RP, en los casos de importación o exportación, respectivamente.	Art. 8	de Artículo 15 fracción II de la Ley de Servicio Postal Mexicano. Sólo se concederá la guía ecológica para la importación de materiales o RP para su tratamiento, reciclaje o reuso para su utilización lícita conforme a las leyes, reglamentos y disposiciones vigentes.
VIII	Certificación de las autoridades competentes del país de procedencia, que indique el grado de peligrosidad de los materiales o RP y los requisitos a cuyo cumplimiento se sujetará la autorización de exportación y las medidas de protección y seguridad, para su transportación y almacenaje.	Art. 9	No se concederá la Guía Ecológica para materiales y RP para su tránsito por territorio nacional, provenientes del extranjero y con destino a un tercer estado.
IX	Copia de la documentación en trámite para obtener la autorización del país de destino, en caso de exportación de los materiales o RP, traducida al español y debidamente certificada o legalizada.	Art. 10	No se concederá guía ecológica para la importación de materiales o RP cuyo único objeto sea su disposición final o simple depósito o almacenamiento en territorio nacional o en zonas marinas de jurisdicción nacional.
X	Descripción del proceso de generación de los materiales o residuos peligrosos.	Art. 11	No se concederá Guía Ecológica a la importación de materiales o RP cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero, si no se cuenta para ello con el consentimiento expreso del estado receptor; éste deberá comprobarse tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.
XI	Una relación detallada de otras autorizaciones, permisos o requisitos que se estén tramitando, ante otras autoridades nacionales competentes en cumplimiento de otras leyes, reglamentos o disposiciones aplicables a la importación o exportación de que se trate.	Art. 12	Aún cuando se reuniesen los requisitos de la solicitud, la Sedesol negará la Guía Ecológica si considera que los materiales o RP por ningún motivo deben ser importados o exportados.
Art. 6	La persona física o moral que obtenga, conforme al presente decreto, la guía ecológica para importar o exportar materiales o RP, deberá estar domiciliada en el país y sujetarse a las disposiciones aplicables.	Art. 13	En el caso de los materiales combustibles o RP o radiactivos y dispositivos generadores de radiación ionizante, estará dispuesto por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia nuclear.
Art. 7	La importación o exportación que la Sedesol autorice de materiales o RP, se hará solamente por los puertos terrestres marítimos o aéreos que en la Guía Ecológica se indique; se tomará en cuenta a las otras autoridades nacionales que deban intervenir en la importación o exportación en el ámbito de sus competencias. Queda prohibido la importación o exportación de los materiales o RP por vía postal, en los términos	Art. 14	Los materiales y RP generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación que utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

- Art. 15 Las guías ecológicas que conceda la Sedesol tendrán una vigencia de noventa días hábiles a partir de su otorgamiento. Dicha vigencia podrá ser prorrogada si a juicio de dicha Secretaría existen motivos para ello.
- Art. 16 Una vez concedida la Guía Ecológica, quienes la obtuvieron contarán con un plazo improrrogable de treinta días hábiles a partir de la fecha de otorgamiento para notificar por escrito a la Sedesol las fechas dentro de las que se realizará la operación de importación o exportación.
- Art. 17 Al otorgamiento de la Guía Ecológica, la Sedesol fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como del extranjero, que el solicitante deberá hacer para garantizar el cumplimiento de los términos y condiciones de la propia guía y de las leyes y reglamentos, así como para la reparación de los daños que pudieran causarse aún en el extranjero, a fin de que los afectados reciban la reparación que les corresponda.
- Art. 19 Las guías ecológicas podrán ser revocadas por la Sedesol sin perjuicio de la imposición de la sanción que corresponda en los siguientes casos:
- I Cuando por causas sobrevinientes, se comprueba que los residuos autorizados constituyen mayor riesgo o daño al medio ambiente, a la propiedad, a la salud o bienestar públicos, que los que se tuvieron en cuenta para otorgar la guía.
- II Cuando la operación de importación o exportación exceda o incumpla los requisitos fijados en la Guía Ecológica respectiva.
- III Cuando los materiales o RP ya no posean los atributos o características conforme a los cuales fueron autorizados.

IV Cuando se determine que la solicitud contenía datos falsos o engañosos.

#### Autorización a empresas

El manejo de RP se requiere solicitar autorización, en cumplimiento con el Artículo 151 de la LGEEPA y del Artículo 10 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos.

#### *Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos*

Art. 10 Se requiere autorización de la Sedesol para instalar y operar sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de RP, así como para prestar servicios en dichas operaciones sin perjuicio de las disposiciones aplicables en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo.

- a) El formato de solicitud debe presentarse (en original y dos copias) en la DGNA del INE\*. Previamente, las empresas deberán presentar una "Manifestación de Impacto Ambiental" en los términos del Artículo 28 de la Ley y de los relativos al Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.
- b) La autorización del manejo de RP es por tiempo indefinido, tanto para brindar dicho servicio a terceros, como para hacerlo para la misma empresa. La información que recibe la DGNA es evaluada mediante un dictamen general para ser autorizada. Si la empresa no cumple con los requisitos, su solicitud es rechazada. En el caso de que una empresa con autorización viole lo establecido por la legislación vigente, dicha autorización se cancela.
- c) El formato consta de un cuadro de datos generales para ser llenado por la DGNA, y de nueve requisitos que deben presentar las empresas para la autorización correspondiente.

\*Río Elba No. 20, Piso 2o., Cpl. Cuauhtémoc, México 06500, DF.



- d) Las empresas prestadoras de servicios en la materia deberán dirigirse a la Dirección General de Normatividad Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, para solicitar la autorización a la que se hace referencia.

Para ello se requiere proporcionar la información solicitada en el Formato de Manejo de Residuos Peligrosos, que a continuación se detalla:

1. Datos del representante de la empresa.
  - Datos del suscrito.
  - Domicilio para recibir y oír notificaciones.

2. Información general de la empresa.
  - Nombre y razón social.
  - Ubicación (calle y número).
  - Registro Federal de Contribuyentes.
  - Licencias con que cuenta (dependencia, número y fecha).
  - Fecha de inicio de operaciones.
  - Actividad que realiza (rá) la empresa.
  - Personal que labora(rá) para la empresa.

3. Croquis o plano de localización.  
En un plano u hoja tamaño carta deberá aparecer la siguiente información:

- La manzana y el lugar que ocupa el predio dentro de ésta.
- El nombre de las calles que rodean el predio.
- El tipo de zona (industrial, habitacional, etcétera) donde se ubica el predio. Deberá anexarse copia de la licencia de uso del suelo correspondiente.
- Las distancias aproximadas en dirección de zonas habitacionales o centros de reunión más próximos. La ubicación de líneas de alta tensión, gasoductos, cuerpos de agua más próximos al predio donde se tratará el residuo; los pozos de abastecimiento de agua y/o las líneas de conducción de agua potable.

Además de lo anterior:

- Se presentará la relación de las personas físicas o morales que generan el residuo que manejará la empresa. El nombre, la dirección, los tipos y características de los residuos: cantidades y clave CRETIB de los mismos. Asimismo, deberá informarse qué RP y por cuánto tiempo serán almacenados por la empresa generadora. Se deberá aclarar si el generador cuenta con los manifiestos correspondientes de generación, el de entrega-transporte y el de recepción de residuos peligrosos.

### Recolección y transporte

- Se realizará una descripción de la forma en que se recolecta el residuo para su posterior almacenamiento, reciclaje, incineración, disposición final o reúso sin tratamiento.
- Se dará información sobre los datos generales de la empresa transportista, los vehículos empleados, la protección de los operarios; los equipos y las medidas de seguridad en el transporte, y sus registros y permisos otorgados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Asimismo, se especificarán las rutas y horarios que siguen los transportes desde el sitio de generación hasta el lugar donde se va a almacenar o a procesar el residuo.

### Almacenamiento

- Se realizará una descripción detallada de la forma en la que se almacenan los residuos. Se ubicará la zona de almacenamiento, con respecto a otras áreas; y se informará acerca de las medidas de seguridad (u obras en el área). Asimismo, se indicará lo relativo a las redes de drenaje y de agua potable conectadas; los sitios de almacenamiento y las características de los locales (capacidad de almacenamiento, materiales con que están contruidos y ventilación, techos, pisos e iluminación).

## Tratamiento

- Se deberá presentar una descripción detallada de las operaciones y/o procesos que realiza la empresa para transformar los residuos con fines productivos. Se presentará un diagrama de flujo de las operaciones efectuadas y los puntos donde se generen residuos o contaminantes.
- Se presentará una relación con las características generales de los equipos, los instrumentos o maquinaria empleada en el tratamiento de los residuos; los planos de ubicación de las áreas de tratamiento y del conjunto en general.
- Se deberá presentar una descripción detallada de la forma en que se disponen los residuos resultantes del tratamiento dado a los RP. Específicamente en lo que se refiere a cantidades generadas, características del residuo y manejo que se le dará para su disposición final.

## Reúso

- Se presentará una relación de las personas físicas o morales que dan reúso a residuos tratados, específicamente en lo que respecta a cantidades, tipo y características de residuos por reusar.
- También se deberá presentar una descripción detallada de la forma, proceso o actividad en la que se emplean los residuos peligrosos no tratados, así como de las cantidades empleadas.

## Confinamientos controlados de residuos peligrosos

Para obtener la autorización o instalación de un confinamiento controlado para la disposición final de RP, el representante de la empresa deberá presentar en anexo la siguiente información:

- Características del sitio seleccionado para construir o donde ya opera el confinamiento en cuanto a los aspectos geohidrológicos,

hidrológicos, ecológicos, climáticos, sísmicos, topográficos y accesos con que cuenta.

- Asimismo, características de las obras complementarias con que cuenta o contará el confinamiento en lo referente a áreas, cercas, casetas, drenajes, instalaciones, servicios, señalamientos, pozos de monitoreo y laboratorio; medidas de control de contingencia y área de amortiguamiento; celdas de confinamiento y tratamiento y zonas restringidas.
- Además, deberá presentar una descripción detallada de la forma en que opera el confinamiento, desde que llega el residuo hasta su confinamiento final en la celda respectiva; específicamente en lo referente a registros y bitácoras de recepción de residuos; pesaje, análisis, tratamiento y confinamiento en celdas y monitoreos.

## Programa de contingencias

La empresa presentará en anexo una descripción de las acciones, medidas, obras, equipos, instrumentos o materiales con que cuenta para controlar contingencias ambientales debidas a emisiones descontroladas, fugas, derrames, explosiones o incendios que se puedan presentar en todas las operaciones que realiza la empresa en el manejo de los residuos peligrosos.

## Manifestación de impacto ambiental

Todas las empresas de nueva creación y aquellas que iniciaron operaciones desde el 8 de junio de 1988 y que traten, confinen o eliminen RP están obligadas a presentar a la Sedesol una manifestación de impacto ambiental. Por tal motivo, en caso de que el solicitante esté bajo tal situación, deberá anexar a la presente una copia del dictamen aprobatorio de impacto ambiental de la DGNA del Instituto Nacional de Ecología.

Las empresas que iniciaron operaciones antes del 8 de junio de 1988 y que traten, confinen o eliminen RP deberán presentar también una mani-

festación de impacto ambiental en su modalidad general. Por lo cual, la empresa que esté en esta situación deberá anexar copia del dictamen emitido por la DGNA-INE, referente a las medidas correctivas y preventivas que se deban llevar a cabo.

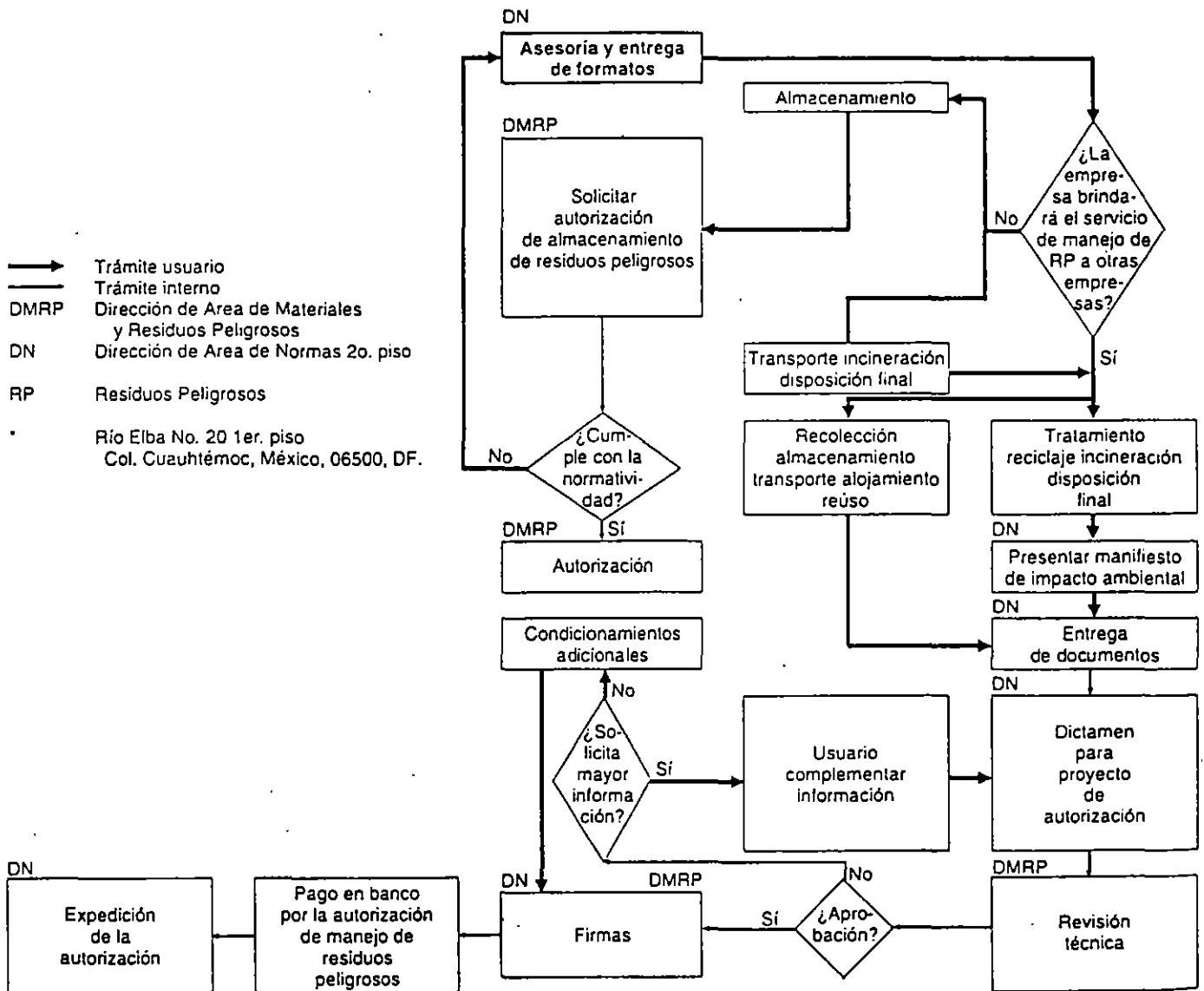
**Pago de derechos**

Por cada autorización que se pretenda obtener para las empresas que ya operan sistemas de recolec-

ción, almacenamiento, transporte, confinamiento, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración o disposición final de RP, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos, se pagará una cuota, misma que se incrementará cada trimestre, conforme a la tasa que fija dicha Ley. Deberá anexarse copia de este pago a la solicitud.

Para las empresas nuevas el pago de derechos se realizará aún antes de haber recibido la autorización correspondiente (figura 17).

**Figura 17**  
*Trámites para la autorización de manejo de residuos peligrosos*  
*Dirección General de Normatividad Ambiental\**



## OTROS ORDENAMIENTOS LEGALES RELACIONADOS

Además de los instrumentos jurídicos ambientales descritos existen otros ordenamientos legales relacionados con la administración de los RP, los cuales se refieren a continuación:

### Reglamento de control sanitario

El reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, publicado el 18 de enero de 1988, contiene diversas disposiciones que se aplican a las sustancias tóxicas y a los RP, como se describe a continuación.

#### *Sustancias tóxicas\**

#### Capítulo único. Título XXII

Art. 1214 Se entiende por sustancias tóxicas aquéllas que por constituir un riesgo para la salud son incluidas en las listas que al efecto publique la Secretaría en la Gaceta Sanitaria, clasificadas en función al grado de riesgo que representan.

Art. 1215 Se considera que una sustancia constituye un riesgo para la salud cuando al penetrar al organismo humano produce alteraciones físicas, químicas o biológicas que dañan su salud de manera inmediata, mediata, temporal o permanente; o incluso, ocasionan su muerte.

Art. 1216 Se entiende por desechos o residuos tóxicos los productos, materias primas

o subproductos ya no utilizables en el proceso industrial, que conservan principios activos que pueden constituir riesgos a la salud humana.

Art. 1217 La clasificación correspondiente se hará tomando en consideración los siguientes factores de riesgo:

- I Las características de las sustancias.
- II El estado físico del producto o sustancias.
- III La vía de absorción por el organismo humano.
- IV El grado de toxicidad.
- V La existencia de antídotos específicos.
- VI Las características de su utilización.
- VII La acción mutagénica, carcinogénica o teratogénica.
- VIII El grado de acumulación y efecto residual.
- IX La inflamabilidad, explosividad, reactividad y características corrosivas.
- X Y los demás que determine la Secretaría, oyendo la opinión de los sectores social y privado.

Art. 1218 La Secretaría publicará en la Gaceta Sanitaria la clasificación de los establecimientos que intervengan en el proceso de las sustancias tóxicas. Asimismo, emitirá y publicará normas técnicas para prevenir riesgos a la salud, de establecimientos, transportes y sitios de disposición final que contendrán especificaciones en materia de prevención y protección a la salud y los que derivarán los manuales de atención de contingen-

\* Consultar el Reglamento de Control Sanitario de la Ssa.

- cias, así como los demás aspectos, condiciones, requisitos y características necesarios para la vigilancia y control sanitario de tales establecimientos.
- Art. 1219 La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, establecerá los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de sustancias tóxicas, y sus residuos, en el aire, agua y alimentos.
- Art. 1220 En materia de exposición de personas a los productos y sustancias que regula este Título, la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que corresponden a otras autoridades competentes, determinará y publicará:
- I. Los límites máximos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto y la población en general.
  - II. Las condiciones y límites máximos de exposición en casos de situaciones de emergencia.
  - III. Los límites máximos permisibles en sustancias, materias primas y productos, de uso y consumo humano.
  - IV. Los métodos de muestreo y análisis en el aire, agua, suelo y alimentos.
  - V. Los métodos de medición y dosimetría del personal ocupacionalmente expuesto.
  - VI. Las características y requisitos sanitarios de los equipos de protección personal.
  - VII. Los requisitos y periodicidad de los exámenes médicos a los que deba someterse el personal ocupacionalmente expuesto.
  - VIII. Y los demás aspectos o medidas que considere necesarios que deben adoptarse para proteger la salud humana.
- Art. 1221 La Secretaría determinará los requisitos sanitarios para la protección de la salud durante todo acto relacionado con el proceso, aplicación y uso de los productos y sustancias que regula este Título. Asimismo, establecerá, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras autoridades competentes:
- I. Los procedimientos y requisitos de descontaminación de área y equipos de trabajo.
  - II. Los requisitos sanitarios para su empaque, envase, almacenamiento y transporte.
  - III. Los requisitos sanitarios para la recolección, transporte y disposición final de sus envases, desechos y residuos.
  - IV. Y los demás aspectos, condiciones, requisitos y características que juzgue necesarios para la vigilancia y control sanitarios de su proceso, aplicación y uso.
- Art. 1222 Las etiquetas de los envases de los productos y sustancias que regula este reglamento, además de cumplir con los requisitos que establecen el Artículo 210 de la Ley y este Reglamento en lo conducente, deberán ostentar claramente una leyenda con la palabra "tóxico" e información sobre los peligros que implica el manejo del producto o sustancia, su forma de uso, su antídoto y primeros auxilios en caso de intoxicación, el manejo de los envases que los contengan o hayan contenido e instrucciones sobre la forma de neutralizar su acción tóxica, en caso de fuga o vertimiento.
- Art. 1223 Además de cumplir con los requisitos del artículo anterior, todo producto que en su forma incluya una sustancia clasificada como de alto riesgo para la salud, debe ostentar en su etiqueta la siguiente leyenda: "no se deje al alcance de los niños; en caso de ingestión, contacto, inhalación o aspiración accidental del producto, obtenga de inmediato atención médica" y la impresión de un cráneo con dos tibias cruzadas.

1. 1224 Las personas físicas o morales dedicadas al proceso y aplicación de los productos y sustancias que regula este Título, deberán practicar las determinaciones de la concentración de los mismos en sus emisiones al aire, agua y suelo, con la periodicidad y método que determine la Secretaría.  
Asimismo, determinarán las concentraciones a que estén expuestos sus trabajadores, sin perjuicio de lo que establezcan otras disposiciones legales.
- Art. 1225 La autoridad sanitaria podrá requerir la presentación de las determinaciones a que se refiere el artículo anterior, sin perjuicio de la verificación que podrá hacer directamente cuando así lo estime conveniente.
- Art. 1226 Las personas físicas o morales dedicadas al proceso o aplicación de los productos y sustancias que regula este Título, deberán someter al personal ocupacionalmente expuesto a los exámenes médicos que determine la Secretaría y con la periodicidad que la misma establezca. El interesado recibirá invariablemente copia del resultado de los exámenes médicos que se le practiquen. Las instituciones públicas de seguridad social podrán llevar a cabo dichos exámenes médicos.  
Tratándose de los trabajadores sujetos al Apartado "A" del Artículo 123 Constitucional, se estará a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo competencia de las autoridades laborales.
- Art. 1227 Los establecimientos, instituciones o personas que ocupen personal para el proceso, uso o aplicación de productos y sustancias que regula este Título, deberán proporcionar el equipo de protección individual que satisfaga los requisitos sanitarios que fije la Secretaría.
- El personal debe utilizar el equipo de protección individual y el responsable sanitario debe vigilar que tal equipo sea utilizado en forma adecuada.  
Tratándose de los trabajadores sujetos al Apartado "A" del Artículo 123 Constitucional, se atenderán a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo, competencia de las autoridades laborales.
- Art. 1228 La autoridad sanitaria vigilará que la aplicación de los productos que por sus características toxicológicas pueden afectar a la salud humana se efectúe de conformidad con la norma técnica que al respecto emita la Secretaría sin perjuicio de las atribuciones que en esta materia corresponden a otras dependencias.
- Art. 1229 En la composición de productos de uso doméstico o de venta al público en general sólo podrán utilizarse las sustancias tóxicas y en las concentraciones que previamente autorice la Secretaría, sin perjuicio de lo que señalen otras disposiciones legales aplicables.
- Art. 1230 Cuando los productos y sustancias que regula este título sean para uso doméstico deberán protegerse, en el momento de su expendio al público, con una envoltura transparente, e impermeable que evite el contacto de su envase con otros productos de consumo humano.
- Art. 1231 Los recipientes utilizados para contener sustancias tóxicas, solas o mezcladas, no podrán utilizarse posteriormente para contener productos destinados al consumo humano, directo o indirecto.
- Art. 1232 A los productos que contengan sustancias tóxicas, que por sus características físicas puedan confundirse con otros productos de consumo humano, se les deberá adicionar un colorante para su identificación, de la tonalidad cromática

- ca que señale la Secretaría, en la norma técnica correspondiente.
- Art. 1233 Para disminuir riesgos a la salud, la Secretaría promoverá ante las autoridades competentes limitar la ubicación de los establecimientos que se dediquen al proceso o a la disposición final de los productos y sustancias a que se refiere este Título, de conformidad con la norma técnica que al efecto emita y publique, sin perjuicio de las atribuciones que en esta materia corresponden a otras Dependencias.
- Art. 1234 La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, autorizará el almacenamiento temporal de las sustancias o productos que regula este Título, siempre que dicho almacenamiento no constituya riesgo para la salud humana, de conformidad con la norma técnica correspondiente que emita al respecto.
- Art. 1235 En lo relativo a los productos y sustancias que regula este Título, queda prohibido:
- I Rebasar los niveles de concentración máxima permisible en aire, agua, suelo y alimentos y los límites máximos de exposición de las personas.
  - II Su transporte con propósitos industriales o comerciales, junto con alimentos, bebidas, medicamentos o vestuario o con utensilios destinados a almacenar o producir alimentos, y en general, con cualquier producto que se destine para uso o consumo humano.
  - III Su transporte con propósitos industriales o comerciales, junto con alimentos para animales domésticos.
  - IV Su colocación, con propósitos comerciales, junto con cualquier otro producto que se destine para uso o consumo humano.
  - V Su venta a granel y su envase, almacenamiento o transporte en recipientes

abiertos, deteriorados, inseguros, desprovistos de rótulos, sin etiquetas o con indicaciones ilegibles; o en envases que se destinen para contener productos de consumo humano.

- VI Su transporte con propósitos industriales o comerciales, cuando no posean un embalaje adecuado para la protección de la salud durante su manejo.
- VII La realización de cualquier parte de su proceso, en establecimientos dedicados al proceso de productos de uso o consumo humano, y
- VIII Su emisión o disposición final o temporal, así como la de sus residuos, en sitios que carezcan de licencia sanitaria.

### Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

En concordancia con la LGEEPA, así como con las Leyes de Vías Generales de Comunicación y de Salud, la SCT publicó el 7 de abril de 1993 en el DOF, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, el cual está dividido en nueve títulos y comprende 136 artículos. A continuación se citan aspectos relevantes del mismo.

#### *Título Primero*

##### *Disposiciones generales*

- Arts. 1 a 6 Definen la competencia, concurrencia y objetivo general del Reglamento.
- Arts. 7 a 17 Describen y clasifican las sustancias peligrosas en clases, con base en sus características físicas y químicas.

#### *Título Segundo*

##### *Del envase y el embalaje*

- Arts. 18 a 30 Describen y definen las características que debe cumplir todo

vase y embalaje que sea utilizado para el transporte terrestre de sustancias y residuos peligrosos.

Arts. 31 a 32 Establece la forma y datos que debe contener la etiqueta, así como el marcado usado para identificar los envases y embalajes utilizados para transportar sustancias o residuos peligrosos.

**Título Tercero**

*De las características, especificaciones y equipamiento de los vehículos motrices y unidades de arrastre a utilizar*

Arts. 33 a 36 Refieren y establecen las características, especificaciones técnicas y el equipo de control y emergencia con que debe contar todo vehículo motriz y unidad de arrastre usado para trasladar sustancias y/o residuos peligrosos.

Arts. 37 a 40 Especifican que toda unidad de transporte terrestre utilizada para el movimiento de sustancias y RP deberá portar letreros visibles, con sendas leyendas y símbolos que así lo identifiquen.

**Título Cuarto**

*De las condiciones de seguridad*

Arts. 41 a 45 Establecen la aplicación de inspecciones técnicas y operacionales a toda unidad motriz o de arrastre implicada en el movimiento de sustancias y RP, así como controles de carga y de servicio preventivo y correctivo a los equipos.

Arts. 46 a 49 Definen y describen los lineamientos y condiciones de carga que deben mantener los embarques de materiales y RP, así como la información necesaria en casos de emergencia.

Arts. 50 a 53 Determinan la documentación necesaria que deberá tener tanto

la empresa transportadora —para realizar envíos de materiales y RP— como los vehículos involucrados en el transporte de los mismos.

Arts. 54 a 57 Establecen, definen y delimitan el ámbito de competencia del "Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos."

**Título Quinto**

*Del transporte en vías de jurisdicción federal*

Arts. 58 a 68 Refieren situaciones que se pueden presentar en el traslado de materiales y RP vía autotransporte y que pueden acarrear riesgos ambientales.

Arts. 69 a 101 Definen y establecen aspectos técnicos preventivos y de manejo a seguir al inicio, durante y al final del traslado de materiales y RP por medio de ferrocarril, así como de su almacenamiento temporal.

**Título Sexto**

*De las disposiciones especiales del transporte de residuos peligrosos*

Arts. 102 a 108 Establecen disposiciones especiales a seguir en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

**Título Séptimo**

*De la responsabilidad*

Arts. 109 a 113 Obligan a que toda unidad utilizada para el transporte de sustancias o residuos tóxicos, sea autotransporte o ferrocarril, cuente con un seguro de cobertura especial para cada caso en particular.

**Título Octavo**

*De las obligaciones específicas*

Arts. 114 a 117 Delimitan y establecen las responsabilidades y obligaciones que deben seguir tanto el expedi-



dor como el destinatario de los cargamentos de materiales y residuos peligrosos.

Arts 118 a 120 Delimitan definen y establecen las responsabilidades y obligaciones de la empresa de auto-transporte y las del operario de la unidad utilizada para mover cargamentos de materiales y residuos peligrosos.

Arts. 121 a 124 Delimitan definen y establecen las responsabilidades y obligaciones específicas de la empresa ferroviaria, de la tripulación de trenes y del personal de estaciones y terminales implicados en el traslado de materiales peligrosos.

#### Normas derivadas del Reglamento de Transporte

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes publicó en el *Diario Oficial de la Federación* del 5 de noviembre de 1993 los proyectos de NOM que regulan aspectos técnicos del transporte de los residuos peligrosos.

#### *Proyectos de NOM's para el transporte de residuos peligrosos*

NOM-003-SCT2-1993

Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT2-1993

Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

NOM-005-SCT2-1993

Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-006-SCT2-1993

Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2-1993

Envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-008-SCT2-1993

Disposiciones para efectuar la inspección de equipo de arrastre ferroviario.

NOM-009-SCT2-1993

Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos de la clase 1 explosivos.

	tríóxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas”.
<b>NOM-CCAT-010-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1993, que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos”.
<b>NOM-CCAT-012-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-048-ECOL-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible”.
<b>NOM-CCAT-013-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-049-ECOL-1993, que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible”.
<b>NOM-CCAT-014-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-050-ECOL-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible”.
<b>NOM-CCAT-015-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-051-ECOL-1993, que establece el nivel máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquido gasóleo industrial que se consume por las fuentes fijas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México”.
<b>NOM-CRP-001-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente”.
<b>NOM-CRP-002-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-053-ECOL-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente”.
<b>NOM-CRP-003-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-054-ECOL-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993”.
<b>NOM-CRP-004-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-055-ECOL-1993, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos”.
<b>NOM-CRP-005-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-056-ECOL-1993, que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos”.
<b>NOM-CRP-006-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-057-ECOL-1993, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos”.
<b>NOM-CRP-007-ECOL/1993</b>	“Norma Oficial Mexicana NOM-058-ECOL-1993, que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos”.

**Vigencia**

La nomenclatura que aquí se presenta entró en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1994.

Cuando en otros ordenamientos se haga referencia a las normas oficiales mexicanas materia de este Acuerdo, con la nomenclatura anterior a la entrada en vigor del mismo, dicha referencia se entenderá hecha a la nomenclatura reformada.

## SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1994, Que establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.**

---

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, con fundamento en los artículos 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, me permito ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1994, que establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana se publica a efecto de que los interesados dentro de los siguientes 90 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba número 20, 1er. Piso, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06500, México, D.F.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de norma, estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

México, Distrito Federal, a veintiocho de julio de mil novecientos noventa y cuatro.- El Presidente del Comité, Gabriel Quadri de la Torre.- Rúbrica.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-087-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA CLASIFICACION, SEPARACION, ENVASADO, ALMACENAMIENTO, RECOLECCION, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS QUE SE GENEREN EN ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTEN ATENCION MEDICA, TALES COMO HOSPITALES Y CONSULTORIOS MEDICOS, ASI COMO LABORATORIOS CLINICOS, LABORATORIOS DE PRODUCCION DE BIOLOGICOS, DE ENSEÑANZA Y DE INVESTIGACION, TANTO HUMANOS COMO VETERINARIOS.

### 1. OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

### 2. CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

**3. REFERENCIAS**

NOM-CRP-001-ECOL	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-CRP-002-ECOL	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-CRP-003-ECOL	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993.
NOM-CRP-004-ECOL	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos.
NOM-CRP-005-ECOL	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-CRP-006-ECOL	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-CRP-007-ECOL	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-CCA-029-ECOL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.
NOM-CCA-031-ECOL	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.
NMX-AA-09	Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de un tubo pitot.
NMX-AA-10	Determinación de emisión de material particulado contenido en los gases, que fluyen por un conducto.
NMX-AA-35	Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión.
NMX-DGN Z-21	Magnitudes y unidades de base del sistema internacional (SI).

**4. DEFINICIONES****4.1 Atención médica**

El conjunto de servicios que se proporcionan con el fin de proteger, promover y restaurar la salud humana y animal.

**4.2 Autoclave**

El recipiente metálico de paredes resistentes y cierre hermético que sirve para esterilizar los equipos y materiales utilizados, mediante la combinación de calor, presión proporcionada por el vapor y tiempo.

**4.3 Autoclave de alto vacío**

Es aquel en la que la expulsión del aire se realiza mediante una bomba de extracción capaz de lograr un vacío no menor de 15 mm Hg de presión absoluta.

**4.4 Autoclave de desplazamiento descendente o por gravedad**

Es aquel en la que la expulsión del aire se lleva a cabo por gravedad, debido a la diferencia de su densidad en comparación con la del vapor caliente que ingresa al esterilizador.

**4.5 Autoclave tipo retorta**

El equipo de alto vacío para esterilización de grandes volúmenes de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

**4.6 Cámara de combustión primaria**

El compartimiento en donde se realiza la ignición y se lleva a cabo la combustión parcial de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

**4.7 Cámara de combustión secundaria**

El compartimiento en donde se lleva a cabo la combustión total de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

**4.8 Capacidad calorífica del incinerador**

La cantidad de kilocalorías por hora (KCal/h) que puede resistir un incinerador durante una hora a condiciones óptimas de operación.

**4.9 Carga de residuos**

La cantidad de residuos sólidos introducidos en la cámara primaria para ser tratados.

**4.10 Cenizas**

El material sólido no combustible e inerte que se obtiene como subproducto del proceso de combustión.

**4.11 Combustión**

La oxidación vía térmica que consiste en la combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse.

**4.12 Emisiones del incinerador**

Los gases y partículas liberados hacia la atmósfera durante el proceso de combustión.

**4.13 Establecimiento que presta atención médica**

El lugar público o privado, fijo o móvil cualesquiera que sea su denominación, que preste servicios de atención médica, ya sea ambulatoria o para internamiento de seres humanos y animales.

**4.14 Esterilización**

El procedimiento físico, químico o fisicoquímico mediante el cual se destruyen los microorganismos en todas sus formas de vida.

**4.15 Esterilización mediante vapor a presión**

La que se realiza por la acción combinada de calor, transmitida por el vapor y presión en un autoclave.

**4.16 Incinerador**

El equipo con una o más cámaras de combustión, que sirve para oxidar vía térmica los residuos.

**4.17 Indicador biológico de esterilización**

El microorganismo termoresistente, generalmente esporas de *Bacillus stearothermophilus*, que se utiliza en el monitoreo para comprobar la esterilización de los residuos.

**4.18 Organo**

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño del mismo trabajo fisiológico.

**4.19 Residuo peligroso biológico-infeccioso**

El que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se genera en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios

médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

#### 4.20 Sangre

El tejido hemático con todos sus elementos.

#### 4.21 Tejido

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

#### 4.22 Tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos

El método que elimina las características infecciosas de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

#### 4.23 Valor calorífico

Es el calor liberado cuando los residuos son quemados completamente y los productos de la combustión son enfriados a la temperatura inicial de los residuos.

### 5. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS

5.1 Para efectos de esta norma oficial mexicana, además de los establecidos en la NOM-CRP-001-ECOL, se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los provenientes de:

5.1.1 La sangre.

5.1.2 Los productos derivados de la sangre.

5.1.3 Los materiales con sangre.

5.1.4 Los anteriores materiales, aún cuando se hayan secado, incluyendo el plasma, el suero y los derivados de la sangre, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

5.1.5 Los cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos.

5.1.6 La producción de biológicos.

5.1.7 Los patológicos.

5.1.8 Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención.

5.1.9 Las muestras para análisis.

5.1.10 Los cadáveres de animales o partes de éstos.

5.1.11 Los no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

5.1.12 La cirugía y necropsia.

5.1.13 Las terapias y unidades coronarias.

5.1.14 El equipo, material y objetos contaminados durante la atención a pacientes.

5.1.15 Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras de laboratorio, como rectoscopios, otoscopios, espejos vaginales y similares.

5.1.16 Los objetos punzocortantes usados.

5.1.17 Los que han estado en contacto con pacientes durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturíes, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares.

### 6. MANEJO

6.1 Los hospitales y establecimientos de atención médica deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos peligrosos biológico-infecciosos:

6.1.1 Identificación de los residuos y de las áreas donde se generen.

6.1.2 Envasado de los residuos generados.

6.1.3 Recolección y transporte interno.

6.1.4 Almacenamiento temporal.

6.1.5 Recolección y transporte externo.

6.1.6 Tratamiento.

6.1.7 Disposición final.

6.2 Identificación y envasado

6.2.1 Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos generados en hospitales y establecimientos que presten atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológicas-infecciosas, conforme a la Tabla 1.

TABLA No. 1

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	CODIGO DE COLORES
SANGRE; CULTIVOS Y MUESTRAS ALMACENADAS DE AGENTES INFECCIOSOS; Y RESIDUOS NO ANATOMICOS DERIVADOS DE LA ATENCION A PACIENTES Y DE LOS LABORATORIOS	RESIDUOS SOLIDOS	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 200	ROJO
	RESIDUOS LIQUIDOS	RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O PLASTICO	ROJO
PUNZOCORTANTES	RESIDUOS SOLIDOS	RECIPIENTE RIGIDO DE METAL O DE PLASTICO	ROJO
PATOLOGICOS	RESIDUOS SOLIDOS RESIDUOS LIQUIDOS	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 300 RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O DE PLASTICO	AMARILLO AMARILLO

6.2.2 Las bolsas deberán ser de polietileno e impermeables, de calibre mínimo 300 para los residuos patológicos y de 200 para los demás, de acuerdo al color especificado en la Tabla 1 de esta norma oficial mexicana.

6.2.3 Las bolsas se llenarán al 80% de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal.

6.2.4 Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deben ser rígidos, de plástico o metal, con tapa de seguridad o cierre hermético, etiquetados con una leyenda que indique: "PELIGRO. RESIDUO ELIGROSO PUNZOCORTANTE BIOLOGICO - INFECCIOSO", y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.2.5 Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, de plástico o metal, con tapa hermética, etiquetados con la leyenda que indique "PELIGRO. RESIDUOS PELIGROSOS LIQUIDOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico con un rotulado de peligro (Anexo 1).

### 6.3 Recolección y transporte interno

6.3.1 Se destinarán carritos manuales de recolección exclusivamente para la recolección y depósito en el almacenamiento.

6.3.1.1 Los carritos manuales de recolección se desinfectarán diariamente con vapor o con algún producto químico que garantice sus condiciones higiénicas.

6.3.1.2 Los carritos manuales de recolección deberán tener la leyenda: "USO EXCLUSIVO PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS" y marcado con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.3.1.3 El diseño del carrito manual recolector deberá prever la seguridad en la sujeción de las bolsas y contenedores.

6.3.1.4 Los carritos manuales de recolección no deberán rebasar su capacidad de carga durante su uso.

6.3.2 No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, tratados o no tratados.

6.3.3 Se deberán establecer rutas de recolección para su depósito en el almacenamiento temporal.

6.3.4 El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla o cubreboca. Si se manejan residuos líquidos se deberán usar anteojos de protección.

### 6.4 Almacenamiento temporal

6.4.1 Se deberá destinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

6.4.1.1 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán almacenarse en contenedores.

6.4.1.2 Los contenedores deberán ser de color rojo y estar rotulados con el símbolo internacional de "Riesgo Biológico" y con la leyenda "PELIGRO. RESIDUOS PELIGROSOS INFECCIOSOS". El color rojo no podrá utilizarse en los contenedores de residuos no peligrosos.

6.4.2 El período de almacenamiento a temperatura ambiente no deberá exceder las 24 horas, a menos que exista una causa ajena al establecimiento.

6.4.3 En el caso de los residuos patológicos humanos o de animales, estos deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C; el período de almacenamiento podrá exceder las 24 horas, a menos que ocurra putrefacción de los mismos, sin exceder de 4 días en total.

6.4.4 El área referida en el punto 6.4.1 debe:

6.4.4.1 Estar separada de las siguientes áreas de: pacientes, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería.

6.4.4.2 Estar ubicada donde no haya riesgo de inundaciones.

6.4.4.3 Contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado.



6.4.4.4 Contar con pisos sellados e impermeabilizados.

6.4.4.5 Contar con muro de contención para detener derrames.

6.4.4.6 Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

6.4.4.7 Contar con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada.

6.4.4.8 No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.

6.4.4.9 Tener una capacidad mínima de 3 veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico-infecciosos generados diariamente.

6.4.4.10 El almacén contará con áreas de lavado, que esté sujeta a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-ECOL, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

6.4.4.11 El acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades, y se realizarán las adecuaciones en las instalaciones para los señalamientos de acceso respectivos.

6.4.4.12 El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos deberá contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Desarrollo Social.

#### 6.5 Recolección y transporte externo

6.5.1 La recolección y el transporte de los residuos peligrosos referidos en el punto 1 de esta norma oficial mexicana deberá realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y en las normas oficiales mexicanas; y deberá cumplir con lo siguiente:

6.5.2 Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en el punto 6.3.3 de esta norma oficial mexicana.

6.5.3 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.

6.5.4 Los vehículos recolectores deberán contar con sistemas de carga y descarga mecanizados.

6.5.5 El vehículo se deberá utilizar únicamente para el transporte de este tipo de residuos y al concluirse la jornada deberá lavarse y desinfectarse.

6.5.6 No deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o industriales.

#### 6.6 Tratamiento

6.6.1 Los métodos de tratamiento previstos en esta norma oficial mexicana son la incineración y la esterilización. Cualquier otro método que se pretenda usar deberá ser autorizado por la Secretaría de Desarrollo Social.

6.6.2 El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento o por una empresa autorizada para la prestación del servicio para el manejo de residuos peligrosos.

6.6.3 Los residuos patológicos deberán incinerarse o depositarse en celdas de confinamiento.

6.7 Los hospitales y establecimientos que presten atención médica deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos.

#### 7. INCINERACION

7.1 El incinerador deberá disponer por lo menos de una cámara de combustión primaria y una cámara de combustión secundaria, en esta última con un tiempo de residencia mínima de los gases de 2 segundos y temperatura no menor de 850°C.

7.2 La carga de los residuos en la cámara de combustión primaria deberá hacerse mediante un pistón lateral o algún otro mecanismo que evite tener la cámara de combustión primaria abierta.

7.3 En el proceso de incineración se deberá controlar: la flama, la temperatura y el exceso de oxígeno.

7.4 Las cenizas deberán manejarse con dispositivos mecánicos.

7.5 Toda instalación que opere un incinerador para el tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá:

7.5.1 Llevar un registro diario de los residuos incinerados en el que anotará:

7.5.1.1 La fecha, el tipo y la cantidad de los residuos incinerados.

7.5.1.2 Temperatura de la cámara de combustión primaria y cámara de combustión secundaria.

7.5.2 El sitio donde se ubique el incinerador deberá contar con equipo de extinción contra incendios.

7.5.3 En un lugar visible próximo al equipo de incineración se deberán colocar las indicaciones sobre la operación del equipo de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, así como las condiciones de operación según el valor calorífico de cada tipo de residuo.

7.6 El hospital y establecimiento de atención médica de nueva creación y aquéllos en que se instale, por primera vez un incinerador, éste deberá ubicarse en un sitio que no represente un riesgo para los pacientes y el personal que labora. La selección del sitio del incinerador debe reunir las condiciones de seguridad necesarias para evitar riesgos por fugas, incendios, explosiones y emisiones.

7.7 El personal encargado de operar el equipo deberá contar con capacitación sobre el proceso de incineración y el manejo del equipo; así como con un manual de operación que describa el procedimiento de funcionamiento del equipo y las normas de seguridad e higiene.

7.8 La operación de los incineradores deberá cumplir con las medidas que se apliquen con motivo de los planes de contingencias ambientales aplicables.

7.9 El responsable de la operación del equipo debe registrar los resultados de las mediciones.

7.10 Monitoreo.

7.10.1 Los niveles máximos de emisión a la atmósfera de los equipos de incineración son los que se establecen en la Tabla 2

TABLA 2

Niveles Máximos Permisibles	mg/m <sup>3</sup> para Zonas Críticas	mg/m <sup>3</sup> para el resto del país	Frecuencia
Partículas	30.0	100.00	Semestral
Monóxido de Carbono	100.0	100.00	"
Ácido Clorhídrico	50.0	75.00	"
Bióxido de Azufre (sólo para casos que se quemé combustible que contenga Azufre..)	100.0	100.00	"
Pb	5.0	5.0	Semestral
Cd mas Hg	0.2	0.2	"
Cr <sup>6</sup>	0.5	0.5	"
As.	0.5	0.5	"
Dibenzodioxinas policlorados ; Dibenzofuranos policlorados.	≤0.5 ng/m <sup>3</sup>	≤0.5 ng/m <sup>3</sup>	Anual

\*Corrección a 11% de O<sub>2</sub> y a condiciones estándares de presión y temperatura (25°C, 1 Atmósfera).

7.11 Para llevar a cabo el monitoreo los equipos de incineración deberán contar con plataforma y puertos de muestreo en el ducto de salida de los gases.

7.11.1 La medición de estas emisiones se hará conforme a los procedimientos establecidos en las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas aplicables.

7.11.2 Las cenizas resultantes del proceso de incineración deberán monitorearse trimestralmente para identificar plomo, cadmio, cromo, mercurio y arsénico. Si al practicar la prueba de extracción las concentraciones exceden los límites establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente, serán considerados como residuos peligrosos.

#### 7.12 Método de prueba

El cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana, deberá hacerse de acuerdo a los métodos de prueba que se establecen en las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas correspondientes.

#### 7.13 Protocolo de certificación del incinerador

Los incineradores nuevos deberán probarse con objeto de certificar el cumplimiento de los parámetros de emisión establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana, conforme a los siguientes puntos:

7.13.1 Al 50, 65 y 80% de la capacidad de carga de diseño.

7.13.2 Para cada condición de prueba deberá monitorearse el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana.

7.13.3 La mezcla para cada condición debe ser la más representativa de los residuos a incinerar, tales como: contenido de humedad, poder calorífico contenido de cenizas y demás condiciones establecidas en esta norma oficial mexicana.

### 8. ESTERILIZACION

8.1 Los hospitales y establecimientos de atención médica que esterilicen sus residuos peligrosos biológico infecciosos se realizará conforme a lo que establece la Tabla 3.

TABLA 3

Parámetros iniciales de operación			
Tipo de Autoclave	Temperatura	Presión	Tiempo de Residencia
	°C	Kg/cm <sup>2</sup>	Min.
Por gravedad	121	1.20 - 1.27	90
Alto vacío	132	1.99 - 2.25	45
Retorta	130-204	2.50 - 21.10	25

8.2 Los parámetros de operación establecidos en la Tabla 3 se podrán modificar de acuerdo con las pruebas de monitoreo biológico, que se indican en el punto 8.6.

8.3 Se deberá solicitar a la autoridad correspondiente la autorización sobre los ajustes a que se refiere el punto 8.6.

8.4 La carga de los residuos en las autoclaves será de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante.

8.5 Los paquetes o bolsas deberán estar dispuestos de tal manera que permitan la penetración y flujo del vapor.

#### 8.6 Monitoreo

##### 8.6.1 Pruebas de esterilización

8.6.1.1 Se realizará con un indicador biológico que serán las esporas de *Bacillus stearothermophilus*.

8.6.1.2 La instalación que utilice este método deberá efectuar por lo menos 10 testigos y siempre que se realicen modificaciones a la composición o volúmenes de residuos tratados.

8.6.1.3 Las cápsulas con el indicador biológico deberán colocarse dentro de las bolsas que contienen los residuos para verificar que el vapor ha penetrado a los sitios de más difícil acceso.

8.6.1.4 En el caso de que las pruebas de monitoreo biológico resulten positivas, se efectuarán las variaciones de los parámetros iniciales de tiempo, temperatura y presión, revisando la forma en que están envasados los residuos hasta que la prueba de monitoreo biológico resulte negativa.

8.6.1.5 Los resultados de estas pruebas deberán quedar registrados en una bitácora.

8.7 Se debe llevar un registro de cada tratamiento, indicando los siguientes datos, así como aquellos otros que la autoridad determine: fecha, volumen y tipo de los residuos; tiempo del tratamiento, temperatura y presión de la autoclave; en su caso, los resultados del monitoreo, así como el nombre, cargo y firma de la persona responsable de la esterilización.

#### 9. DISPOSICION FINAL

9.1 Una vez tratados los residuos peligrosos biológico-infecciosos por el método de autoclave se eliminarán como residuos no peligrosos, los tratados con el método de esterilización deberán triturarse o someterse a un proceso que los haga irreconocibles.

9.2 La disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento deberá realizarse transitoriamente conforme al Anexo 2. Después del plazo establecido en el punto 13.2 de esta norma oficial mexicana, deberán disponerse en confinamientos controlados de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.

#### 10. VIGILANCIA

10.1 La Secretaría de Desarrollo Social, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Secretaría de Salud en el ámbito de sus respectivas competencias vigilarán el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana. Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios podrán realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de esta norma oficial mexicana, previo acuerdo de coordinación que celebren con las Secretarías de Desarrollo Social y de Salud respectivamente.

#### 11. SANCIONES

11.1 El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus Reglamentos en Materia de Residuos Peligrosos y de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; los Reglamentos de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica y de Control Sanitario de la Disposición de Organos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos; así como el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

#### 12. BIBLIOGRAFIA

12.1. Allen R.J. Brennum, G.R. Darling C. Air Pollution Emissions from the Incineration of Hospital Waste. JAPCA. 36(7), 829-831, 1986. (Allen R.J. Brennum, G.R. Darling C. Emisión de contaminantes al aire por la incineración de residuos hospitalarios. JACPA. 36(7), 829-831. 1986).

12.2. Barbeito, M.S. & Shapiro, M Microbiological Safety Evaluation of a Solid and Liquid Pathological Incinerator. Journal of Medical Primatol. 6, 264-273, 1977. (Evaluación de la seguridad microbiológica de sólidos y líquidos patológicos en incineración, Journal of Medical Pimatol 6, 264-273. 1977).

12.3. Bigelow, W.D. and Esty, J.R. Therman death point in relation to time of typical thermophilic organism. J. Infect Dis., 27, 602-617, 1920. (Bigelow, W.D. and Esty, J.R. Punto de muerte térmica en relación al tiempo de organismos termofílicos típicos. J. Infect Dis, 27, 602-617, 1920).

12.4. Block, S.S. Disinfection, Sterilization and Preservation. Lea and Febiger, Phil. 1977. (Block, S.S. Desinfección esterilización y preservación. Lea and Febiger. Phil. 1977).

12.5. Brunner, Calvin r., Brown Courthney H. Hospital Waste Disposal by Incinerator. JAPCA: 38-10, 1297-1309. 1988. (Brunner, Calvin r., Brown Courthney H. Disposición de residuos hospitalarios por incinerador. JAPCA: 38-10, 1297-1309. 1988).

12.6. CDC Guidelines for Isolation Precautions in Hospitals. Infection Control. 4,145-325,1983. (Lineamientos de la CDC para las precauciones de aislamiento en hospitales. Control de Infección. 4, 145-325, 1983).

12.7. CDC/NIH. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. Atlanta, G.A. 1984. (CDC/NIH. Bioseguridad en laboratorios biomédicos y microbiológicos. Atlanta, G.A. 1984).

- 12.8. Charm, S.E. The Kinetics of bacterial inactivation by heat. Food Technol., 14,4-9,1958. (Charm, S.E. Las cinéticas de inactivación bacteriana por calor. Food Technol. 14, 4-9, 1958).
- 12.9. Chamberlain, C.T. Control of Pollution from Hospital Incinerators. Hosp. Eng. 42(8), 7-10, 1988. (Chamberlain, C.T. Control de la contaminación de incineradores de hospitales. Hosp. Eng. 42 (3), 7-10, 1988).
- 12.10. Code of Federal Regulations, Parts 53 to 60. 1991. (Código de Regulaciones Federales, Partes 53 a 60. 1991).
- 12.11. Commission of the European Communities. Survey of the Collection, Recycling and safe Disposal of Hospital Wastes in the Member States of the European Communities. 1982. (Comisión de Comunidades Europeas. Investigación de la recolección, reciclado y disposición segura de los residuos de hospitales en los estados miembros de las Comunidades Europeas. 1982).
- 12.12. Cross, Jr., Hesketh H. Controlled air incineration. 1985. (Cross, Jr. Hesketh H. Incineración de aire controlado. 1985).
- 12.13. Darmady, E.M., Drewett, S.E. and Hughes, K.E.A. Survey on prevacuum high-pressure steam sterilizers. J. Clin. Pathol., 17, 126-129,1964. (Darmady, E.M., Drewett, S.E. and Hughes, K.E.A. Investigación en esterilizadores de vapor con prevacío de alta presión. J. Clin. Pathol, 17, 126-129, 1964).
- 12.14. Everall P.H. and C.A. Morris. Failure to Sterilize in Plastic Bags. Journal of Clinical Pathology. V12,291132,1976. (Everall P.H. y C.A. Morris. Fallas en la esterilización de bolsas de plástico, J. Clin Pathol. V12, 291132, 1976).
- 12.15. Gordon J., Zank N., Brooks K., Cofone L., R. Howard, Canellos G., Goldgraben R., Cioffi J. Disposal of Hospital Wastes Containing Pathogenic Organisms final Report. 1979. (Gordon J., Zank N., Brooks K. Cofone L., R. Howard, Canellos G., Goldgraben R., Cioffi J. Disposición de residuos de hospitales que contienen organismos patógenos. Reporte Final. 1979).
- 12.16. Greene, V.W. Disinfection and Sterilization Practiques in American Hospitals. In Disinfection (M.A. Bernarde, Ed.) Marcel Dekker, New York, pp. 702-756,1970. (Greene. V.W. Prácticas de desinfección y esterilización en hospitales americanos. En desinfección (M.A. Bernarde, Ed.) Marcel Dekker, Nueva York, pp. 702-756, 1970).
- 12.17. Hartung, Christoph. Infective Waste in Hospitals-Safe and Economic Disposal by Sterilization in Autoclaves. E. Freitag-Verlag Umwelttech. Berlin. 1982. (Hartung, Christoph. Residuos infecciosos en hospitales - Disposición económica y segura por esterilización en autoclaves. E. Freitag-Verlag Umwelttech. Berlin. 1982).
- 12.18. Hospital Solid Waste Disposal in Community Facilities, NTS Report PB-222 018/4. 1973. (Disposición de residuos sólidos hospitalarios en instalaciones comunitarias, NTS Report PB -222 018/4. 1973).
- 12.19. Medical Research Council Working Party. A report. Sterilization by steam under increased pressure. Lancet, 1,425,1959. (Grupo de Trabajo del Consejo de Investigación Médica. Un reporte. esterilización por vapor bajo incremento de presión. Lancet, 1, 425, 1959).
- 12.20. Medical Waste Management in the United States. Second Interim Report to Congress. Report No. EPA/530/SW-90/087A. (Manejo de residuos médicos en los Estados Unidos. Segundo Reporte Intermedio al congreso. Reporte No. EPA/530/sw-90/087A.)
- 12.21. Monrreal J., Zepeda F. Consideraciones sobre el manejo de residuos en hospitales en América Latina. OPS/OMS, 1991.
- 12.22. Proceedings: National Workshops on Hospital Waste Incineration and Hospital Sterilization. Held in S. Francisco, Calif. on May 10-12,1988. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C. 1989. (Procedimientos: Taller Nacional en la Incineración de Residuos Hospitalarios y Esterilización en

Hospitales. Efectuado en San Francisco, Cal. en Mayo 10 y 12 de 1988. Agencia de Protección Ambiental, Parque Triángulo de Investigación, N. C. 1989).

12.23. Review of Federal/State Medical Waste Management. Report No. EPA/600/d-91/038. 17 pp. 1991. (Revisión del Manejo de Residuos Médicos Federales y Estatales. Reporte N. EPA/600/d-91/038. 17 pp. 1991)

12.24. Rutala W.A., M.M. Steigel and F.A. Sarubbi Jr. Decontamination of Laboratory Microbiological Wastes by Sterilization. Applied and Environmental Microbiology. 43(6), 1311-1316, 1982. (Rutala W. A., M.N. Steigel y F.A. Sarubbi Jr. Descontaminación de Residuos de Laboratorio Microbiológico por Esterilización. Applied and Environmental Microbiology. 43(6), 1311-1316, 1982) (Microbiología Ambiental y Aplicada). 43(6), 1311-1316, 1982)

12.25. Rutala, W.A. and Sarubbi, F. Management of Infectious Waste from Hospitals. (Rutala, W.A. y Sarubbi, F. Manejo de Residuos Infecciosos de Hospitales. Infectious Waste Management. 4(4), 198-203, 1983). (Manejo de Residuos Infecciosos) 4(4), 198-203, 1983)

12.26. Rutala, W.A. Odette R.L. SAMSA. Management of infectious Waste in U.S. Hospitals. 161(12), 1635-1640, 1989. (Rutala, W.A. Odette R.L. SAMSA. Manejo de Residuos Infecciosos en Hospitales de Estados Unidos. 161 (12), 1635-1640, 1989).

12.27. Rutala, W. A. Odette R. L., SAMSA. Management of infectious Waste by U.S. Hospitals. JAMA. 262(12), 1635-1640, 1989. (Rutala, W.A. Odette R. L., SAMSA, Manejo de Residuos Infecciosos en Hospitales de Estados Unidos. JAMA. 262 (12), 1635-1640, 1989).

12.28. Survey of the Collection, Recycling and Safe Disposal of Hospital Waste in the Member States of the European Communities. Brussels, Commission of the European. (Investigación sobre la Recolección, Reciclaje y Disposición Segura de Residuos Hospitalarios en los Estados Miembros de la Comunidad Económica Europea. Bruselas. Comisión Europea).

12.29. Tessitore, J. L. Cross, F. L. Incineration of Hospital Infectious Waste. Pollut Eng. 20(11), 83-88, 1988. (Tessitore, J. L. Cross, F. L. Incineración de Residuos Infecciosos de Hospitales. Pollut. Eng. 20(11), 83-88, 1988).

12.30. USEPA. EPA Guide for Infectious Waste Management. Office of Solid Waste and Emergency Response. EPA-530SW-86-014, 1986. (USEPA. Guía de la EPA para el Manejo de Residuos Infecciosos. Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencia. EPA-530SW-86-014, 1986).

12.31. U.S. EPA. National Workshops on Hospital Waste Incinerator and Hospital Sterilization Held in San Francisco, California and Baltimore, Md. 1988. (USEPA. Taller Nacional sobre Incineración de Residuos Hospitalarios y Esterilización en Hospitales, celebrado en San Francisco, California y Baltimor, Md. 1988).

### 13. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

13.1 Esta norma oficial mexicana no coincide con ninguna norma internacional.

### 14. VIGENCIA

14.1. La presente norma oficial mexicana entrará en vigor 90 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

14.2. A partir de la fecha en que entre en vigor la presente norma oficial mexicana, las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios, podrán disponer de sus residuos peligrosos biológico-infecciosos en celdas especiales construídas de acuerdo al Anexo 2, durante los siguientes plazos:

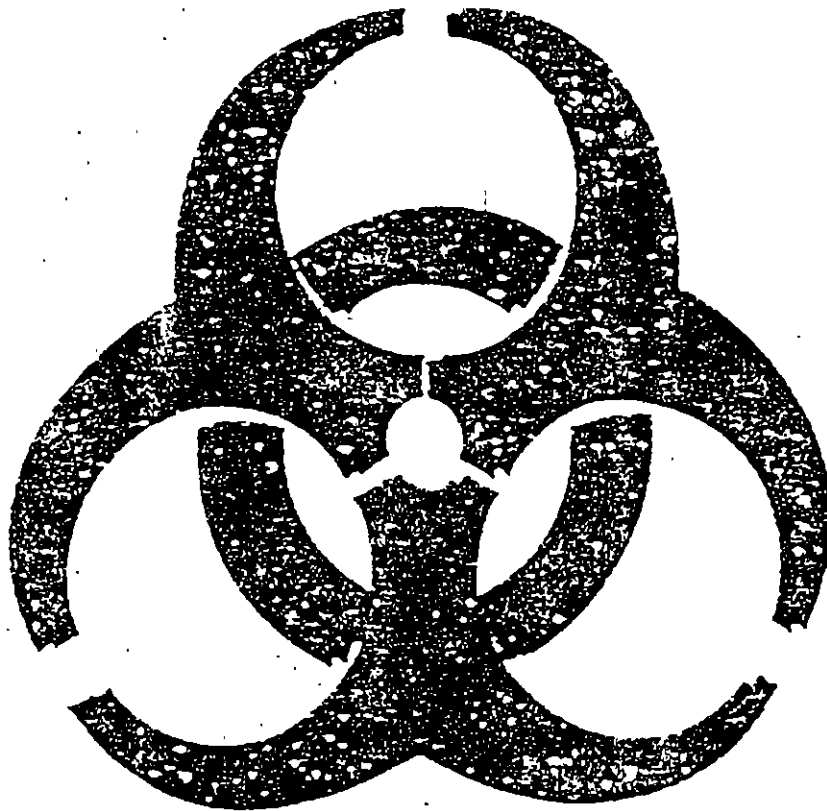
Las Zonas Metropolitanas de la Ciudad de México, de Guadalajara y de Monterrey, un año.

Localidades mayores de 100 mil habitantes, 2 años.

Localidades menores de 100 mil habitantes, 5 años.

Después de los plazos señalados, dichas autoridades deberán disponer sus residuos peligrosos biológico-infecciosos en confinamientos controlados conforme lo establece el punto 9.2 de esta norma oficial mexicana.

ANEXO I  
PELIGRO  
RESIDUOS  
BIOLOGICO-INFECCIOSOS!



## ANEXO 2

**CELDA ESPECIAL PARA LA DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS  
BIOLOGICO INFECCIOSOS**

**1. Selección del sitio****1.1 Profundidad del manto freático**

Deberá estar ubicado a una profundidad vertical mayor de 15 m del nivel freático.

**1.1.1 Zona de recarga**

Deberá estar ubicada a una distancia mayor de 1 km y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

**1.1.2 Ubicación con respecto a la zona de fracturación**

Deberá ubicarse a una distancia horizontal de 100 m como mínimo del límite de la zona de fracturación o falla geológica.

**1.1.3 Características de los estratos del suelo**

Las características físicas de los estratos del suelo se deberán conocer a través del estudio geofísico correspondiente, aplicándolo hasta una profundidad de 120 m.

**1.1.4 Características del suelo**

Deberá reunir condiciones tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. y por la capacidad de intercambio catiónico de 30 meq/100 grs de suelo.

**1.2 Material para cobertura**

Se deberá contar como mínimo con un 25% de material de cubierta en relación al volumen de los residuos a disponer diariamente.

**1.3 Ubicación con respecto a cuerpos de agua**

Deberá ubicarse a una distancia mayor de 1 km. de las zonas de inundación, cuerpos de agua y corrientes naturales.

**1.4 Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso**

Estará ubicado a una distancia mayor de 500 m del área urbana, a una distancia mayor de 70 m de las vías de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 km de áreas naturales protegidas y aeropuertos, así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gaseoductos y a una distancia mayor de 50 m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

**1.5 Topografía**

El sitio destinado para la celda de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá tener:

**1.5.1 La pendiente media en la base del terreno natural del sitio no mayor del 30% .****1.6 Limitación**

No se podrá operar un sitio destinado en zona fracturada.

**1.7 Estudio geofísico**

Para determinar la estructura, zonas y capas acuíferas, así como la diferencia entre materiales permeables e impermeables y fijar espesores y posición de unos y otros, efectuando sondeos eléctricos verticales a una profundidad de 120 m., su número estará en relación a las hectáreas con que cuenta el sitio.

hectáreas	No. de sondeos eléctricos verticales
1 - 4	3
4 - 9	5
9 - 15	7
15 - 21	10
21 - 50	12
más de 50	20



### 1.8 Estudio geohidrológico

Para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección, velocidad del escurrimiento, o flujo de la misma y su composición química.

### 1.9 Pozos de monitoreo para lixiviados

Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar con 2 pozos de muestreo situados, uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 150 m. antes de llegar al sitio y otro a 150 m aguas abajo del sitio.

## 2. Construcción de la celda

2.1. La celda deberá ser impermeabilizada artificialmente en la base y los taludes, con objeto de evitar el flujo de lixiviados.

2.2. Se utilizarán membranas de polietileno de alta densidad, con un espesor mínimo 1.5 mm.

2.3. La construcción de la celda deberá contar con los sistemas de captación y de monitoreo de lixiviados, así como de biogas.

2.4. Deberán contar como mínimo con las siguientes obras complementarias: caminos de acceso, báscula, cerca perimetral, caseta de vigilancia, drenaje pluvial y señalamientos.

## 3. Operación

3.1. En la zona de descarga se deberá:

3.1.1. Antes del depósito de los residuos aplicarse una solución de cal, en proporción 3:1 a razón de 10 litros por metro cuadrado.

3.1.2. La descarga de los residuos deberá realizarse mediante sistemas mecanizados.

3.1.3. Una vez depositados los residuos, se les aplicará un baño con la solución de cal indicada en el punto 3.1.1.

3.1.4. En caso de presencia de insectos, deberá aplicarse un insecticida para su eliminación.

3.2. Los residuos deberán compactarse, con objeto de reducir el volumen y prolongar la vida útil de la celda. Para esto deberá utilizarse maquinaria pesada.

3.3. Al final de la jornada, los residuos deberán ser cubiertos en su totalidad con una capa de arcilla compactada, con un espesor mínimo de 30 cm.

3.4. Los vehículos deberán ser desinfectados antes de abandonar el sitio de disposición, así mismo la maquinaria será desinfectada al final de cada jornada.

3.5. Deberá llevarse un registro diario de la cantidad, procedencia y ubicación de los residuos depositados.

## 4. Monitoreo y control

4.1. Se deberá realizar el monitoreo de las aguas subterráneas cada 6 meses para verificar la presencia de lixiviados.

4.2. Cuando como consecuencia del monitoreo se detecte la existencia de lixiviados, estos deberán extraerse de los pozos correspondientes para su análisis, tratamiento y posterior confinamiento, conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

4.3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con el equipo de protección personal que establezcan las disposiciones aplicables y las normas oficiales mexicanas de seguridad correspondientes.

4.4. Se deberá contar con un programa de atención a contingencias, desarrollado específicamente para casos de contingencias y desastres que pudieran ocurrir en las instalaciones y al realizar cualquiera de las actividades propias de la operación.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS.**

**MOD. II " CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES  
ESPECIALES Y HOSPITALARIOS".**

**TEMA: ESTERILIZACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS**

**EXPOSITOR: LIC. YESICA PAREDES.**

F A X

PARA: ING. GUSTAVO SOLORZANO  
OGDEN DE MEXICO, S.A.

DE: LIC. YESICA PAREDES E.  
SAYE, S.A. DE C.V.

FAX: 510 0573

FECHA: MAYO 22, 1995

MENSAJE:

Anexo enviamos, los apuntes del curso a exponer el próximo miércoles.  
Sin más por el momento, quedo de usted.

A t e n t a m e n t e ,

**ESTERILISACION**

**ANTECEDENTES.**

Es evidente la preocupación de las autoridades Mexicanas e instituciones de salud, acerca del manejo, tratamiento y disposición final de los desechos provenientes de los hospitales y clínicas.

De una u otra forma todos tenemos una noción del riesgo que representa el manejo inadecuado de algunos de los desechos provenientes de los hospitales.

Los hospitales tienen en general los siguientes desechos:

**DESECHOS HOSPITALARIOS.**

TIPO DE DESECHO	PORCENTAJE
COMUNES	77%
RADIOACTIVO	3%
QUIMICOS	5%
BIOLOGICO INFECCIOSOS	15%
TOTAL	100%

**Datos EPA. 1992.**

La Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Un residuo peligroso es aquel material que en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas, representa un peligro para el equilibrio ecológico. Por lo que las clasifica inicialmente como sigue:

**NOM-CRP-001-ECOL/1993**

- \* CORROSIVIDAD.
- \* REACTIVIDAD.
- \* EXPLOSIVIDAD.
- \* TOXICIDAD AL MEDIO AMBIENTE.
- \* INFLAMABILIDAD.
- \* BIOLÓGICO INFECCIOSO.

Gaceta ecológica No 30. Julio 1994.

Aunque los hospitales desechan diversos materiales que pueden ser clasificados como peligrosos, nos referiremos únicamente a los biológico infecciosos.

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

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

Es importante mencionar también que la mezcla de un residuo peligroso con un residuo no peligroso es considerada peligrosa.

La clasificación de los residuos biológico infecciosos es como sigue:

**CLASIFICACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS.**

- \* RESIDUOS DE SANGRE HUMANA.
- \* RESIDUOS DE CULTIVO Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS.
- \* RESIDUOS PATOLÓGICOS.
- \* RESIDUOS NO ANATÓMICOS DE UNIDADES DE PACIENTES.
- \* RESIDUOS DE OBJETOS PUNZO CORTANTES USADOS.
- \* RESIDUOS INFECCIOSOS MISCELÁNEOS COMO: MATERIALES DE CURACION Y ALIMENTOS DE ENFERMOS CONTAGIOSOS.

Gaceta ecológica No. 30. Julio 1994.

Dado todo esto, las autoridades se encuentran formulando una norma que establezca los requisitos para la clasificación, separación, envasado, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, laboratorios de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

ENVIOY FACSIMITE XEROX 7017 5-22-93 0.00 DATE S. A. DE G. V. → 3100573;# 4

**PROYECTO DE NORMA REFERENTE A DESECHOS SOLIDOS  
BIOLOGICO INFECCIOSOS.**

**ESTABLECERA NORMAS PARA SU:**

- \* CLASIFICACION.
- \* SEPARACION.
- \* ENVASADO.
- \* ALMACENAMIENTO.
- \* RECOLECCION.
- \* TRANSPORTE.
- \* TRATAMIENTO.
- \* DISPOSICION FINAL.

**DE RESIDUOS GENERADOS EN:**

- \* HOSPITALES.
- \* CONSULTORIOS MEDICOS.
- \* LABORATORIOS.
- \* CLINICAS.
- \* LABORATORIOS DE PRODUCCION DE BIOLOGICOS.
- \* LABORATORIOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION.

Diario oficial 19 de Agosto de 1994.

Actualmente no hay estándares federales o estatales de la eficacia de las tecnologías y se necesitan desarrollar estándares nacionales de criterios de actuación de cada tecnología y de protocolos de operación que establezcan los parámetros cualitativos y cuantitativos que aseguran la efectividad del tratamiento.

**CLASIFICACION DE LAS TECNOLOGIAS EMERGENTES DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS MEDICOS.**

Para desarrollar protocolos y criterios de actuación de las tecnologías, es necesario clasificar las tecnologías actuales que conocemos, basados en el modo de inactivación de microbios. Las categorías de tratamientos de residuos médicos pueden ser representadas por medio de:

- \* Térmico (calor húmedo o seco, microondas, infrarrojo, láser, plasma pirólisis. )
- \* Químico ( cloro, derivados de cloro, ozono, encimas )

- \* Irradiación ( UV, cobalto 60 )
- \* Otro mecanismo de tratamiento diseñado específicamente para categorías de residuos médicos generados en pequeños volúmenes. ( termoelectrónicos ).

Existen diversas tecnologías encaminadas al tratamiento de residuos biológico infecciosos. Algunas de estas tecnologías se han usado desde hace ya varios años y algunas son de recién aplicación. Las nuevas tecnologías son comúnmente llamadas tecnologías alternativas.

#### TECNOLOGIA TRADICIONAL:

- \* AUTOCLAVE.
- \* INCINERACION.

#### TECNOLOGIA ALTERNATIVA:

- \* DESINFECCION QUIMICA.
- \* DESINFECCION POR MICROONDAS.
- \* ESTERILIZACION POR RADIACION.
- \* DESINFECCION ELECTROTÉRMICA.
- \* AUTOCLAVES DE ALIMENTACION CONTINUA.
- \* ENCAPSULACION PARA LIQUIDOS Y ELEMENTOS PUNZO CORTANTES.
- \* ETC.

Para ciertas tecnologías, puede haber combinaciones en modos de inactivación usados para inactivar microorganismos ( p.e., químico/térmico o químico/radiación ). En adición al modo de tratamiento, puede haber una trituración mecánica antes, durante, y/o al final del proceso de tratamiento ( Nota: Triturar, desmenuzar, y compactar no son vistos como métodos de tratamiento, pero son usados para facilitar la efectividad del método de tratamiento o para dejar los residuos destruidos, irreconocible e inservibles. El proceso completo en el cual los residuos médicos son tratados, influirán en la selección de indicadores biológicos y físicos usados en las pruebas y procesos de validación e influirán los protocolos en que son usados.

#### **ESTERILIZACION**

Hace cien años un hombre moría por tener una herida ya que los gérmenes se metían a toda clase de heridas y las infectaban, y el fin era una terrible gangrena ó alguna otra consecuencia igualmente fatal.

José Lister nacido en 1822 se convirtió en el destacado cirujano que inventó la antiseptia, venciendo así a los gérmenes que penetraban a las heridas.

Lister trató de descubrir por que se infectaban las heridas. Pronto sospechó, después de conocer los descubrimientos del sabio francés Pasteur, que así lograba mantener a raya a los microbios, la herida no se inflamaría y no habría infección.

En 1865 pensó en el ácido fénico, en donde los gérmenes no podían vivir en esta poderosa substancia química, y la herida no se infectaba.

Desde entonces se han descubierto otros productos y métodos para obtener la esterilización pero el honor de la vida le pertenece a Lister, el padre de la cirugía antiseptica.

#### DEFINICION DE LA INACTIVACION DE MICROBIOS.

Para definir propiamente la inactivación de microbios se requiere que las definiciones establecidas incluyan aspectos tanto cuantitativos como cualitativos. Desde esa perspectiva se necesitan establecer definiciones en las cuales se defina la inactivación de microbios en términos cualitativos (por ejemplo: Forma y tipo de microorganismos afectados) y que se cuantifique los niveles requeridos de inactivación.

Los términos desinfección y esterilización han previsto alguna medida de criterios prescriptivos como es usado en los requerimientos de esterilización o nivel de desinfección de los instrumentos médicos. Esterilización es definida comúnmente como una eliminación completa o destrucción de todas las formas de vida conocidos de microbios, incluyendo bacterias endosporas altamente resistentes. Sin embargo, la eliminación completa o destrucción es difícil de probar, por eso la esterilización es usualmente expresada como una función probabilística en términos del número de microorganismos que sobreviven a un proceso de tratamiento en particular. Esta función es usualmente expresada como una reducción de 6 Log<sub>10</sub> (definida por la reducción de 6 décadas o una probabilidad de uno en un millón [ 0.000001 ] de supervivencia en la población de los de microbios; es decir, una reducción de 99.9999% ) de los mas resistentes microorganismos en los procesos de esterilización en cuestión. Suspensiones de esporas de la resistente especie Bacillus son usualmente usadas como indicadores biológicos para determinar la eficacia del proceso de esterilización ( por ejemplo: inactivación térmica Bacillus stearothermophilus; inactivación química B. subtilis; inactivación por irradiación B. pumilus ).



**Desinfección** puede ser definida como un proceso que reduce el nivel de la contaminación de microbios. Dependiendo de como la desinfección este definida, depende el tipo de proceso de desinfección se use, que microorganismos son afectados y que nivel de inactivación de microbios es alcanzada. En la definición propuesta por Spaulding, los desinfectantes están etiquetados con nivel bajo - intermedio - o alto, dependiendo en parte de la supervivencia de los grupos de microorganismos (p. e. : bacterias esporas [ más resistentes ], mycobacteria, pequeños virus, fungi, bacteria vegetativa, o virus medianos [ menos resistentes ] ) después del tratamiento.

Los procesos de desinfección de bajo nivel causan la muerte de todos las bacterias excepto Mycobacterium tuberculosis y mycobacterium bovis; excepto también virus de tamaño mediano (p.e.: virus simplex herpes, cytomegalovirus, virus respiratorio syncytial, virus de hepatitis tipo B y virus de inmunodeficiencia).

Los procesos de desinfección de nivel intermedio no necesariamente causan la muerte de las esporas de bacterias, pero si es efectiva contra tubérculo bacillus y fungi. Hay que hacer notar que el proceso de desinfección de nivel intermedio puede variar en cuanto a la efectividad en contra de algunos pequeños virus (p.e.: rhinoviruses) siendo estos significativamente más resistentes que un virus mediano.

Los procesos de desinfección de alto nivel causan la muerte de todos los microorganismos, excepto por altos números de esporas de bacterias. La capacidad esporicida es una propiedad esencial de la desinfección de alto nivel.

Se discutió si los esterilizadores a vapor o autoclaves deben de ser incluidos o no como "tecnología emergente de tratamiento". Se noto que el proceso de esterilización por vapor ha sido usado por décadas para esterilizar productos médicos, productos biológicos y residuos médicos o biológico infecciosos y es conocido generalmente como un proceso de esterilización. Es por eso que en muchos estados de la Unión Americana no consideran a la esterilización por vapor como un proceso nuevo y no requiere ninguna aprobación. Fue recomendado, que la esterilización por vapor no sea considerado como una tecnología emergente de tratamiento y por consecuente no necesite de ningún requerimiento de aprobación. Permisos para su operación serán necesarios bajo las regulaciones ambientales vigentes.

**Autoclave normal:** El recipiente metálico de paredes resistentes y cierre hermético que sirve para esterilizar los equipos y materiales utilizados, mediante la combinación de calor y presión proporcionada por el vapor y el tiempo.

**Autoclave al alto vacío:** Es aquel en la que la expulsión del aire se realiza mediante una bomba de extracción capaz de lograr un vacío no menor de 15 mm. Hg. de presión absoluta.

**Autoclave por gravedad:** Es aquel en la que la expulsión del aire se lleva a cabo por gravedad debido a la diferencia de su densidad en comprobación con el vapor caliente que ingresa a la esterilización.

**Autoclave tipo retorta:** El equipo de alto vacío para esterilización de altos volúmenes de residuos peligrosos biológico infecciosos.

**EL AUTOCLAVE**

- \* Tecnología muy familiar en la actualidad.
- \* Bajo mantenimiento del equipo.
- \* Costo de operación bajos.
- \* Esterilización de todos los residuos.

Se reconoció que el proceso de esterilización por vapor esta sujeto a las variables de la carga de la máquina y del control del operador, los cuales pueden variar y terminar con un inadecuado procesado del residuo. Para decir que el proceso es efectivo , el operador del equipo deberá de:

Adoptar procedimientos estándares escritos de operación que denotaran:

1. Tiempo del ciclo de esterilización, temperatura y presión.
2. Tipos de residuos aceptables.
3. Tipos de contenedores y cierre aceptables.
4. Patrones de carga y sus limitaciones.

Documentar tiempos / temperaturas para cada proceso de esterilización.

Usar indicadores sensitivos de tiempo y temperatura para que visualmente note que los residuos han sido esterilizados.

Usar indicadores biológicos puestos en el lugar de carga periódicamente para verificar que las condiciones logran la descontaminación.

Mantener todos los registros de los resultados de los procedimientos de documentación, tiempo, temperatura, comportamientos y indicadores biológicos.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS.

MOD. II " CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES  
ESPECIALES Y HOSPITALARIOS".

MATERIAL ( A N E X O )

M. en I. GUSTAVO SOLORZANO.



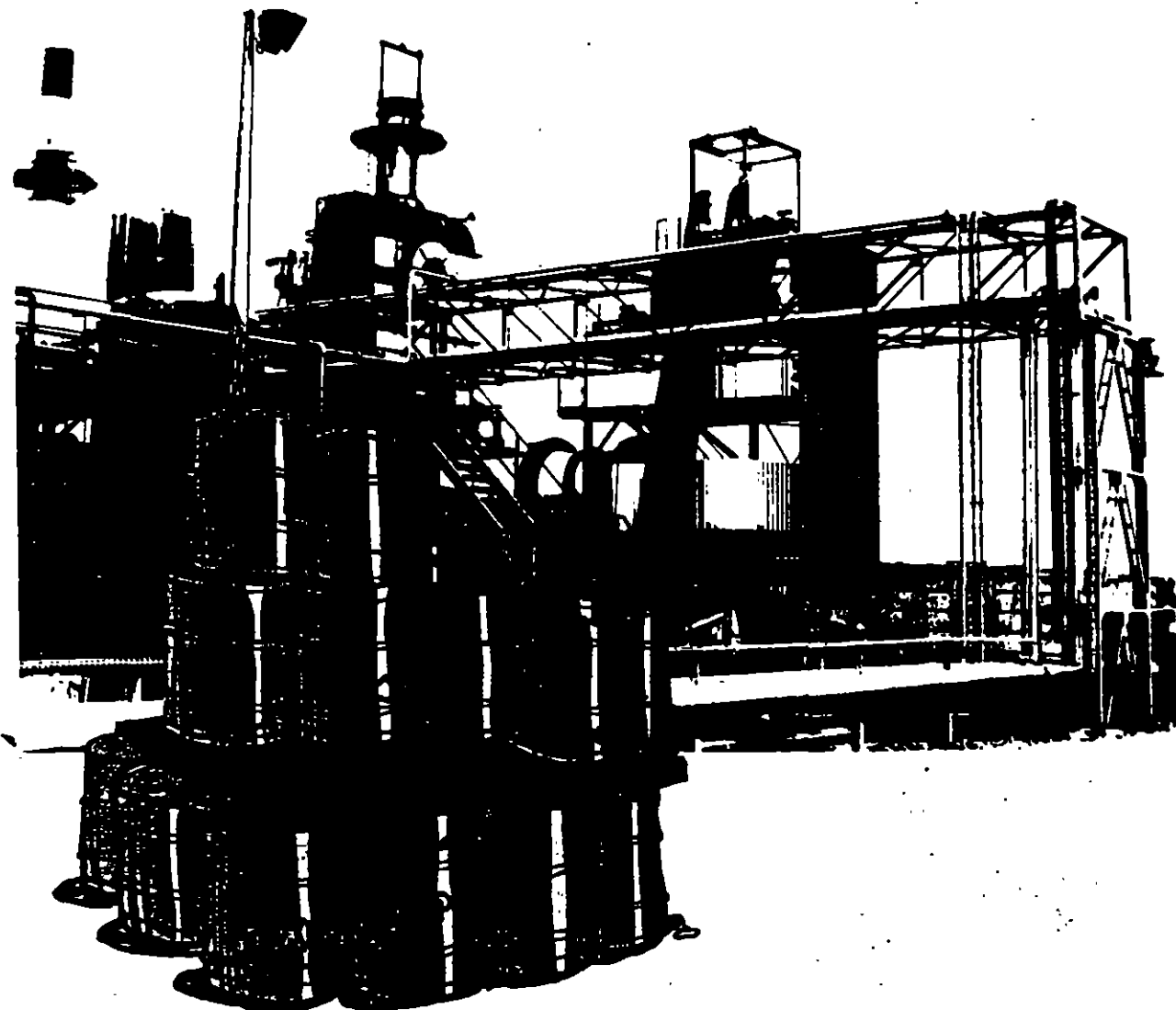
PR

# The Safe Disposal of Hazardous Wastes

## The Special Needs and Problems of Developing Countries

Volume III

Roger Batstone, James E. Smith, Jr., and David Wilson, editors



A joint study sponsored by the World Bank, the World Health Organization (WHO), and the United Nations Environment Programme (UNEP).

## ANNEX 7.4 - Biomedical Waste

Annex 7.4 was prepared by the Ontario Ministry of the Environment in Toronto Ontario and Trecan Combustion Limited in Mississauga, Ontario.

### Introduction

The criteria expressed in this document supersede those stipulated in the June 1974 Ontario Ministry of the Environment "Criteria for Incinerator Design and Operation for pathological waste incineration. Part of the need to update the existing criteria has been the change in the composition of waste generated in hospitals and other health care facilities. To reflect current waste composition, the Ontario Ministry of the Environment now uses the term "biomedical" waste to replace the existing definitions of "pathological" and "institutional" wastes. The criteria presented in this document were developed for application to biomedical waste.

### Scope of Document

The topics covered in this document are summarized as follows:

- (i) Characterization of the biomedical waste generated in Ontario, including the component proportion, moisture content, and heating value for each type of biomedical waste;
- (ii) Overview of the current technology for the incineration of biomedical waste; and
- (iii) Recommendation of design and operating criteria for biomedical waste incinerators.

### Biomedical Waste

#### Introduction

"Biomedical" waste refers to any waste that includes anatomical waste, pathological waste, infectious waste, hazardous waste, and other waste generated in health care facilities and medical laboratories that require special handling. Previously, the terms "pathological" and "institutional" wastes were used to refer to what is now considered "biomedical" waste.

#### Classifications

The Ministry will classify biomedical waste according to the categories presented in Table 7.4A-1. The Ministry recommends that biomedical waste be segregated and packaged in leakproof, color-coded plastic bags to facilitate identification, handling, storage, decontamination and transportation.

The surveys carried out for these institutions also reflect the situation in Ontario hospitals. This was confirmed in a study carried out by Sirman in 1985 in which he found that the biomedical waste generation rate in Ontario hospitals ranged from 2.3 to 7.7 kg/bed/day (Sirman and Ivan 1985).

TABLE 7.4A-1

Ministry Classification and Colour Coding for Biomedical Waste

<u>Classification</u>	<u>Description</u>	<u>Colour Code</u>
Type A, Class 1	Human anatomical	red
Type A, Class 2	Animal anatomical, infected	orange
Type A, Class 3	a) Non-anatomical, infected	yellow
	b) Laboratory wastes	yellow
	c) Wastes from DNA work	yellow
Type B, Class 1	Animal anatomical, non-infected	blue

---

The total biomedical waste stream also includes infectious waste generated from special care beds in surgical rooms, isolation wards and special medical procedure rooms. A 1985 survey sponsored by the Ontario Hospital Association showed that the average-size Ontario hospital generates approximately 0.75 kg/day of infectious waste for each special care bed. This value is based on 75 responses from 164 facilities surveyed (Health Care Occupational Health and Safety Association 1985).

### Collection and Handling in Hospitals and Other Health Care Facilities

Waste collection and handling at most hospitals in Ontario involve the transport of waste by employees from the point of generation (patients' beds, operating rooms, laboratories, etc.) to initial storage points (usually enclosed containers in utility rooms) in each hospital unit. At some hospitals, waste considered to be "contaminated," such as urine containers, histology laboratory cuttings, tubes and bags containing blood, spinal fluid containers, and waste from isolation patients' rooms, are placed in color-coded plastic bags for separate handling.

To minimize the potential risk of public exposure to hospital waste, some hospitals use rigid containers for transporting the color-coded bags along routes within the hospital that are accessible to the general public. The use of rigid containers in this situation is considered good practice and is recommended for all hospitals.

Existing waste collection and handling procedures vary from hospital to hospital in Ontario and the practice of color coding the disposal bags for separate handling is not consistent. It is therefore recommended that the color-coding system presented in Table 7.4A-1 be adopted so that all biomedical waste can be immediately identified. The use of the colorcode should be exclusive to biomedical waste to preclude public exposure during general purpose disposal.

### Waste Generation Rate

#### (i) Hospitals

Hospital facilities are among the largest generators of solid waste today on a per capita basis. Much of the waste from hospitals comes from the trash basket at the side of the patient's bed, and includes newspapers, magazines, paperbacks, packaging and discarded flowers. In addition, broken syringes, discarded splints, masks, rubber gloves and broken glass ampoules, etc., generated by other routine activities add to the daily waste stream.

During the last decade, there has been an increasing trend towards the use of disposable products or single-purpose items, which now account for more than one-half of the total hospital waste generated. Nightgowns, sheets, bed pads, pillow cases, etc., which used to be sterilized and reused have been replaced with one-time-use, throw-away articles. Depending on the institution's or hospital's preference for using throw-away materials, the waste generation rate can vary substantially from hospital to hospital.



Pollock (1978) and Airan et al. (1980) conducted studies on waste generation rates in some US hospitals between 1968-1980. In addition, McCrate (1980) carried out a similar study at the Royal Jubilee Hospital located in British Columbia during 1980. The findings of these studies are summarized in Table 7.4A-2. As can be seen from the Table, the waste generation rates in these studies fall within a range of 1.5-7.5 kg/bed/day.

The surveys carried out for these institutions also reflect the situation in Ontario hospitals. This was confirmed in a study carried out by Sirman in 1985 in which he found that the biomedical waste generation rate in Ontario hospitals ranged from 2.3 to 7.7 kg/bed/day (Sirman and Ivan 1985).

The total biomedical waste stream also includes infectious waste generated from special care beds in surgical rooms, isolation wards and special medical procedure rooms. A 1985 survey sponsored by the Ontario Hospital Association showed that the average-size Ontario hospital generates approximately 0.75 kg/day of infectious waste for each special care bed. This value is based on 75 responses from 164 facilities surveyed (Health Care Occupational Health and Safety Association 1985).

(ii) Medical Laboratories

The waste produced from private and diagnostic laboratories (Type A, Class 3(b) in Table 7.4A-1 is considered infectious. The waste generation rate is estimated to be 0.2 kg/patient/day and the total quantity of infectious waste from these facilities is higher than that generated in all Ontario hospitals on an annual basis.

Medical laboratory waste contains a very high percentage of plastics (50-60%), the majority of which are non-halogenated. The balance is composed of wet materials such as bodily fluids, blood and used diagnostic reagents, as well as small quantities of paper and cellulose. Most of the medical laboratory waste currently generated is being shipped out of Ontario for disposal. The remaining portion is either incinerated or steam autoclaved and then disposed of in a landfill.

(iii) Summary

Depending on an institution's practice of using throw-away materials, the biomedical waste generation rate varies from hospital to hospital. It is recommended that each facility review and document its own practice in order to more accurately determine its waste generation rate. If the actual rate is not available, the Ministry recommends that the following values be used for sizing the capacity of a new biomedical waste incinerator:

(iv) Predicted Waste Generation Rate From:

(a) Hospitals

- o Total biomedical waste\* - 6 kg/bed/day
- o Special care waste - 1 kg/special care bed/day

(b) Medical laboratories

TABLE 7.4A-2

Summary of Waste Generation Rates at Selected  
Hospitals in the United States and Canada

<u>Source</u>	<u>Generation Rate (kg/bed/day)</u>
Pollock (1978)	
o 1968 survey	3.0
o 1974 survey	4.1
o 1975 survey	4.3
o West Coast Teaching Hospital	3.7
o 1978 estimate	7.5
o conclusion of Pollock	3.0-7.5
Airan et al. (1980)	
o 1980 survey	4.3-5.8
McCrate (1980)	
o 1980 survey	1.5-3.9

---

o Total laboratory waste - 0.2 kg/patient/day

## Characterization of Biomedical Waste

### Introduction

This section discusses the physical and chemical characteristics of biomedical waste generated in Ontario, with emphasis on the human and animal anatomical components, moisture content, proportion of plastics and heating value (as fired).

### Physical and Chemical Characteristics

Tables 7.4A-3 and 7.4A-4 summarize the properties of the biomedical waste in terms of higher heating value (HHV), moisture content, component weight percent and bulk density expressed in metric and imperial units, respectively. The breakdown of the waste classifications and color coding in the tables are based on the Canadian Standards Association guidelines for "Handling of Waste Materials within Health Care Facilities" (1981). The ranges of weight percent are based on field measurements as well as data provided by the institutions. The values in Column 7 in each table reflect the weighted HHV range of the waste components (as-fired) under each classification and have been calculated from the data given in columns 3, 4 and 6. The last column (Column 8) represents typical values based on interpretation of actual findings from an Ontario facility.

\* This includes special care waste, but excludes kitchen waste.

As can be seen from the wide range of HHV, discretion should be exercised in using the data for the design of a biomedical waste incinerator. A thorough evaluation of the waste should be carried out to identify its characteristics to facilitate the proper design of the incinerator.

Based on the data from Table 7.4A-3 the typical higher heating values for each type of biomedical waste are summarized in Table 7.4A-5. It can be seen that yellow-bag waste generally has a heating value of 21,000 kJ/kg or greater. All other color coded bags 6,700 kJ/kg or less and may require the use of auxiliary fuel when being incinerated.

It may be possible to blend different color coded bags of waste to modify the overall composition of the waste charged into the incinerator. In this way, waste with a low heat content can be combined with waste of higher heat content to form a waste capable of self-sustaining combustion. If all waste types in Table 7.4A-5 are combined equally, the average HHV would be 13,877 kJ/kg, which is higher than that of typical municipal solid waste (11,140 kJ/kg). However, the possibility of blending must be evaluated on a case-by-case basis.

The typical chemical composition of animal anatomical waste and the associated combustion data are given in Table 7.4A-6. It should be noted that this is only one type of biomedical waste and does not include components such as plastics and cellulose gauzes, which have a higher heat content than anatomical waste.

**TABLE 7.4A-8**  
**Characterization of Biomedical Waste (Metric Units)**

<u>Waste Class</u>	<u>Component Description</u>	<u>Typical Component Weight Percent (as fired)</u>	<u>HHV Dry Basis (kJ/kg)</u>	<u>Bulk Density as Fired (kg/m<sup>3</sup>)</u>	<u>Moisture Content of Component (Weight Percent)</u>	<u>Weighted Heat Value Range of Waste Component (kJ/kg)</u>	<u>Typical Heat Value of Waste as Fired (kJ/kg)</u>
A1 (Red Bag)	Human Anatomical	95-100	18600-27900	800-1200	70-90	1770 <sup>a</sup> -8870 <sup>b</sup>	2800
	Plastics	0-5	32500-46400	80-2800	0-1	0-2800	400
	Swabs, Absorbents	0-5	18600-27900	800-1000	0-30	0-1400	200
	Alcohol, Disinfectants	0-0.2	25500-32500	800-1000	0-0.2	0-70	<u>50</u> 8450
A2 (Orange Bag)	Animal Infected Anatomical	80-100	20900-37100	500-1800	60-90	1670-14840	3500
	Plastics	0-15	32500-46400	80-2800	0-1	0-8960	1000
	Glass	0-5	0	2800-3600	0	0	0
	Beddings, Shavings Paper, Fecal Matter	0-10	18600-20900	320-730	10-50	0-1880	<u>1400</u> 5900
A3 (a) (Yellow Bag)	Gauze, Pads, Swabs Garments, Paper Cellulose	60-90	18600-27900	80-1000	0-30	7810-25110	15000
	Plastics, PVC, Syringes	15-30	22500-46400	80-2800	0-1	8840-18920	7540
	Sharps, Needles	4-8	140	7200-8000	0-1	8-10	10
	Fluids, Residuals	2-5	0-23200	1000-1020	80-100	0-280	70
	Alcohols, Disinfectants	0-0.2	16200-32500	800-1000	0-50	0-70	<u>30</u> 22650
A3 (b) (Yellow Bag) Lab Waste	Plastics	50-80	32500-46400	80-2800	0-1	16090-27840	21000
	Sharps	0-5	140	7200-8000	0-1	0-10	0
	Cellulosic Materials	5-10	18600-27900	80-1000	0-15	790-2790	1500
	Fluids, Residuals	1-20	0-23200	1000-1020	95-100	0-280	70
	Alcohols, Disinfectants Glass	0-0.2 15-25	25500-32500 0	800-1000 2800-3600	0-50 0	0-70 0	<u>50</u> <u>0</u> 22620

TABLE 7.4A-3 (continued)

<u>Waste Class</u>	<u>Component Description</u>	<u>Typical Component Weight Percent (as fired)</u>	<u>HHV Dry Basis (kJ/kg)</u>	<u>Bulk Density as Fired (kg/m<sup>3</sup>)</u>	<u>Moisture Content of Component (Weight Percent)</u>	<u>Weighted Heat Value Range of Waste Component (kJ/kg)</u>	<u>Typical Component Heat Value of Waste as Fired (kJ/kg)</u>
A3 (c) (Yellow Bag) R & D on DNA	Gauze, Pads, Swabs	5-30	16600-27900	80-1000	0-30	650-8370	2300
	Plastics, Petri Dishes	50-80	32500-48400	80-2300	0-1	16090-27840	21000
	Sharps, Glass	0-10	140	7200-8000	0-1	0-10	0
	Fluids	1-10	0-23200	1000-1020	80-100	0-480	<u>230</u>
							23530
B1  (Blue Bag)	Non-Infected						
	Animal Anatomical	90-100	20900-37100	500-1300	60-90	1890-14840	3000
	Plastics	0-10	32500-48400	80-2300	0-1	0-4840	2300
	Glass	0-3	0	2800-3600	0	0	0
	Beddings, Shavings, Fecal Matter	0-10	16600-20900	320-730	10-50	0-1880	<u>1400</u>
							6700

**TABLE 7.4A-4**  
**Characterization of Biomedical Waste (Imperial Units)**

<u>Waste Class</u>	<u>Component Description</u>	<u>Typical Component Weight Percent (as Fired)</u>	<u>HHV Dry Basis (BTU/lb)</u>	<u>Bulk Density as Fired (lb/ft<sup>3</sup>)</u>	<u>Moisture Content of Component (Weight Percent)</u>	<u>Weighted Heat Value Range of Waste Component (BTU/lb)</u>	<u>Typical Component Heat Value of Waste as Fired (BTU/lb)</u>
A1 (Red Bag)	Human Anatomical	95-100	8000-12000	50-75	70-90	780 <sup>a</sup> -3800 <sup>b</sup>	1200
	Plastics	0-5	14000-20000	5-144	0-1	0-1000	180
	Swabs, Absorbants	0-5	8000-12000	5-82	0-80	0-800	80
	Alcohol, Disinfectants	0-0.2	11000-14000	48-82	0.02	0-28	<u>20</u> 1480
A2 (Orange Bag)	Animal Infected Anatomical	80-100	9000-16000	30-80	60-90	720-8400	1500
	Plastics	0-15	14000-20000	5-144	0-1	0-8000	420
	Glass	0-5	0	175-225	0	0	0
	Beddings, Shavings	0-10	8000-9000	20-46	10-50	0-810	<u>600</u>
	Paper, Fecal Matter						2520
A3 (a) (Yellow Bag)	Gauze, Pads, Swabs	60-90	8000-12000	5-82	0-80	3860-10800	6400
	Garments, Paper, Cellulose,						
	Plastics, PVC, Syringe	15-30	9700-20000	5-144	0-1	1440-8000	3250
	Sharps, Needles	4-8	60	450-500	0-1	8-5	5
	Fluids, Residuals	2-5	0-10000	62-88	80-100	0-11	30
Alcohols, Disinfectants	0-0.2	7000-14000	48-82	0-50	0-28	<u>15</u> 9700	
A3 (b) (Yellow Bag) Lab Waste	Plastics	50-80	14000-20000	5-144	0-1	6930-12000	9000
	Sharps	0-5	60	450-500	0-1	0-8	0
	Cellulostic Materials	5-10	8000-12000	5-82	0-15	840-1200	650
	Fluids, Residuals	1-20	0-10000	62-88	95-100	0-100	30
	Alcohols, Disinfectants	0-0.2	11000-14000	48-82	0-50	0-28	20
Glass	15-25	0	175-225	0	0	<u>0</u> 9700	

- 744 -

4.

**TABLE 7.4A-4 (continued)**  
**Characterization of Biomedical Waste (Imperial Units)**

<u>Waste Class</u>	<u>Component Description</u>	<u>Typical Component Weight Percent (as Fired)</u>	<u>HHV Dry Basis (BTU/lb)</u>	<u>Bulk Density as Fired (lb/ft<sup>3</sup>)</u>	<u>Moisture Content of Component (Weight Percent)</u>	<u>Weighted Heat Value Range of Waste Component (BTU/lb)</u>	<u>Typical Component Heat Value of Waste as Fired (BTU/lb)</u>
A8 (c) (Yellow Bag) R & D on DNA	Gauze, Pads, Swabs	3-30	8000-12000	5-82	0-30	280-3600	1000
	Plastics, Petri Dishes	50-60	14000-20000	5-144	0-1	6930-12000	9000
	Sharps, Glass	0-10	0	450-500	0-1	0-6	0
	Fluids	1-10	0-10000	62-68	80-100	0-200	<u>100</u> 10100
B1  (Blue Bag)	Non-Infected						
	Animal Anatomical	90-100	9000-16000	30-80	60-90	810-8400	1400 <sup>100</sup>
	Plastics	0-10	14000-20000	5-144	0-1	0-2000	1000
	Glass	0-3	0	175-225	0	0	0
	Beddings, Shavings, Fecal Matter	0-10	8000-9000	20-48	10-50	0-810	<u>600</u> 3000

TABLE 7.4A-5

Typical Higher Heating Values for Various  
Biomedical Waste Classifications (as Fired)

<u>Classification</u>	<u>Colour Code</u>	<u>Typical HHV (kJ/kg)</u>
Type A, Class 1	Red	3,450
Type A, Class 2	Orange	5,900
Type A, Class 3	a) Yellow	22,650
	b) Yellow	22,620
	c) Yellow	23,530
Type B, Class 1	Blue	6,700

---



TABLE 7.4A-6

Chemical Composition of Animal Anatomical Waste and Combustion Data

## Ultimate Analysis (Whole Dead Animal)

<u>Constituent</u>	<u>As Charged % by Weight</u>	<u>Ash and Moisture Free Combustible % by Weight</u>
Carbon	14.7	50.80
Hydrogen	2.7	9.35
Oxygen	11.5	39.85
Water	62.1	-
Nitrogen	Trace	-
Mineral (ash)	9.0	-

Dry combustible empirical formula -  $C_5 H_{10} O_3$

Combustion Data  
(Based on 1 kg of Dry Ash-free Combustible)

<u>Constituent</u>	<u>Quantity kg</u>	<u>Volume Nm<sup>3</sup></u>
Theoretical air	7.03	5.77
40% sat at 15.5°C	7.06	5.81
Flue gas with CO <sub>2</sub>	1.86	1.00
Theoretical N <sub>2</sub>	5.40	4.57
Air 40% H <sub>2</sub> O formed	0.76	1.00
Saturated H <sub>2</sub> O air	0.03	0.04
Products of Combustion total	8.05	6.61

Gross Heat of Combustion 20,471 kJ/kg

## Microbiological Characteristics

Care should be exercised when handling biomedical waste primarily due to its infectious or hazardous nature. Testing was carried out by Barbeito et al. to evaluate whether sterilization, or a total pathogen kill, could be achieved by incineration (Barbeito and Shapiro 1977). His research indicates that destruction of micro-organisms within the incinerator depends on the temperature and time exposure. Barbeito indicates that any emission of micro-organisms from the incinerator could be attributed to insufficient retention time and temperature as a result of the following conditions:

- o initial charging of the incinerator before operating temperatures are achieved;
- o failure to preheat the refractory lining;
- o temperature fluctuations caused by intermittent use;
- o exceeding design linear velocities, thereby reducing the retention time;
- o charging beyond incinerator capacity; and
- o excessive moisture content of the waste.

Other factors such as the type of refractory lining, the positioning and number of burners, and the precision of temperature controlling devices, can also have a significant bearing on the effectiveness of sterilization.

Barbeito recommends that the following measures be taken to ensure the complete destruction of micro-organisms in the incinerator:

- o the minimum temperatures in the primary and secondary chambers should be maintained at no less than 760° (1400°F) and 870°C (1600°F), respectively;
- o a minimum of one-half hour should be used as a preheat period for the secondary chamber prior to feeding the waste into the incinerator;
- o if an incinerator is not operated continuously, only non-infectious waste should be incinerated initially after the unit is fired up; infectious waste should only be fed into the incinerator after the secondary chamber has been on for one-half hour; and
- o each incinerator should be tested with bacterial spores, the most resistant micro-organisms, to establish the minimum temperatures required to achieve complete sterilization.

The destruction of micro-organisms in the incinerator ash also depends on temperature and time exposure. It is therefore desirable to discharge the ash on a batch basis at the end of each incineration cycle (typically 4-6 hours) to provide a long solids retention time in the primary chamber in order to achieve complete destruction of the micro-organisms.

## Technical Specification for Biomedical Waste Incinerator

### General

The incinerator shall be a controlled-air, grateless type dual chamber thermal-destruction unit that is approved for hospital use for general and pathological waste by the Ministry of Environment, Air Management Branch, Ministry of Health, C.G.A. and Fuel Safety Branch, and other authorities having jurisdiction. The incinerator supplier shall make application and gain approval from the authorities having jurisdiction.

In addition to submitting a full description of the incinerator offered, the vendor must complete the incinerator data sheet (as appended), clearly indicating any deviation from published specification and including a reference list detailing past experience.

### Operating Criteria

#### (i) Capacity

The unit shall be designed to burn a minimum of ----- lbs/hr. of waste with an average density of ----- lbs/cu.ft calorific value of 8,000 btu/lb and moisture content of 20%. The waste stream will be made up of approximately the following types of waste:

- lbs/day of human/animal anatomical waste.
- lbs/day of non-anatomical infectious waste.
- lbs/day of sharps in hard shell containers, ----- containers.
- lbs/day of non-infectious general hospital waste.

#### (ii) Design

##### (a) Secondary Chamber

The incinerator shall provide a minimum secondary chamber retention time of 1 sec. at maximum burning rate. The retention time shall be calculated at 1000°C (1832°F) and shall be accommodated within the confines of the incinerator unless specifically approved otherwise.

The incinerator secondary chamber shall be thermally designed for 1100°C (2012°F). The design shall promote maximum turbulence to ensure complete oxidation of all combustibles.

##### (b) Primary Chamber

Primary chamber shall be sized to ensure sufficient residence time for complete decomposition of the waste, total heat release should not exceed 25000 btu/cu.ft/hr, and hearth loading should not exceed 10 lbs/hr/ft<sup>2</sup> for type 4 waste, and 15 lbs/hr/ft<sup>2</sup> for general biomedical waste. Provision should be made in hearth design to prevent leakage of fluid from the chamber or into the primary airports. Hearth design to ensure even air distribution throughout the waste bed and in such a way as to prevent

'overfire air' conditions developing. Sidewall air energy will not be permitted.

### Operating Mode

(i) The incinerator shall be the batch feed type and shall have a primary chamber capacity of ----- cubic feet. Primary chamber and loading door design shall be such as to allow for maximum possible utilization of primary chamber volume and ease of access for loading and de-ashing.

or

(ii) The incinerator shall be supplied with a hydraulically operated ram feeder assembly of ----- cu. yard capacity. The feeder assembly shall include hydraulically operated fire door, manually/hydraulically operated hopper door, hydraulic power pack and all associated controls.

### Construction

(i) The incinerator shall be internally lined with 3 1/2 inches of block insulation plus 4 1/2 inches of high quality, low iron content refractory, rated for use at 2500°F, such that the cold face temperature of the incinerator will be approximately 160°F. The manufacturer shall show by calculation that his cold face temperature shall be at or about 160°F, based on prevailing site conditions. The refractory shall be secured to the shell with stainless steel anchors on no more than 12" centers.

(ii) The incinerator shell shall be constructed with mild steel plate of no less than 3/16" thickness. The shell shall be suitably reinforced using structural steel members.

(iii) The primary chamber shall have a charging/de-ashing door at least 48 inches high and 30 inches wide. This door shall be electrically interlocked to prevent the primary burners firing with the door open.

(iv) The secondary chamber shall have an access door for inspection and clean-out.

(v) The incinerator shall be painted with one primer coat and one finish coat of heat resistant enamel paint.

### Components and Auxiliary Equipment

(i) To avoid infiltration of tramp air, the primary burners will be of the sealed type; package burners are not acceptable.

(ii) To ensure optimum fuel efficiency the secondary chamber temperature shall be controlled via a fully modulating split-range temperature indicating controller. One signal shall control the burner firing rate, the other signal shall control the secondary chamber combustion air flow.

(iii) Primary chamber temperature control will be effected by control of primary combustion air flow via a temperature-indicating control. Control function may be high-low or fully modulating.

(iv) A dual element thermocouple shall be provided in the primary and secondary chambers. The second element shall send a signal to 24-hour circular open-chart recorder. The recorder shall be supplied by the incinerator manufacturer/by others.

The control panel shall be pre-wired, tested and will house the following controls as a minimum:

(v) Sight glasses shall be provided in both the primary and secondary chambers permitting safe observation of the combustion process throughout the burn.

(vi) Incinerator Controls

- o fused disconnect switch
- o control transformer
- o power on switch
- o cycle start push button interlocked to purge timer
- o secondary chamber indicating temperature controller
- o primary chamber indicating temperature controller  
cycle timer
- o burndown and cooldown timers
- o emergency stop pushbutton
- o auto/manual switches for:
  - . primary burner(s)
  - . secondary burner
  - . combustion air fans
- o indicating lights for:
  - . power on
  - . ready to feed
  - . cycle in progress
  - . cycle in complete
  - . burner on (2)
  - . flame failure
  - . fans on
- o All necessary relays, limit switches, motor starters, transformers and fuses shall also be included.

See Table 7.4A-7.

Biomedical Waste Incinerator Form

MODEL: \_\_\_\_\_

SIZE: \_\_\_\_\_

Capacity lbs/hr. - Waste as specified: \_\_\_\_\_  
Type 4 specified: \_\_\_\_\_

Auxiliary Fuel Usage \_\_\_\_\_ KW ( \_\_\_\_\_ ) BTU/HR

Electrical Power Requirement:

Primary Chamber:

Volume (ft.3): \_\_\_\_\_  
 Heat Release BTU/cu. ft.: \_\_\_\_\_  
 Hearth Area: \_\_\_\_\_  
 Hearth Loading lbs/hr/ft<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_  
 Refractory Thickness (in.): \_\_\_\_\_  
 Insulation Thickness (in.): \_\_\_\_\_  
 Refractory Temp. limitation (Deg. F): \_\_\_\_\_  
 Projected Cold Face Temp: \_\_\_\_\_  
 Shell Thickness: \_\_\_\_\_  
 Charging/Deashing Door Size: \_\_\_\_\_  
 Burner Capacity BTU/hr: \_\_\_\_\_  
 Primary Air Fan Capacity (SCFM): \_\_\_\_\_

Secondary Chamber:

Volume (ft.3): \_\_\_\_\_  
 Gas Retention Time (secs @ 1832°F): \_\_\_\_\_  
 Refractory Thickness (in.): \_\_\_\_\_  
 Insulation Thickness (in.): \_\_\_\_\_  
 Refractory Temp. Limitation (Deg. F): \_\_\_\_\_  
 Projected Cold Face Temp: \_\_\_\_\_  
 Shell Thickness: \_\_\_\_\_  
 Cleanout Door Size: \_\_\_\_\_  
 Burner Capacity BTU/hr: \_\_\_\_\_  
 Secondary Air Fan Capacity (SCFM): \_\_\_\_\_

Breeching/Stack

Inside Diameter: \_\_\_\_\_

## Classifications

The Ministry will classify biomedical waste according to the categories presented in Table 7.4A-1. The Ministry recommends that biomedical waste be segregated and packaged in leakproof, color-coded plastic bags to facilitate identification, handling, storage, decontamination and transportation.

## References Annex 7.4

- Airan, et al. 1980. Hospital solid waste management: A case study. Journal of the Environmental Engineering Division, ASCE, 106 (EE4) (August): 741-756.
- Barbeito, M. S., and M. Shapiro. 1977. Microbiological safety evaluation of a solid and liquid pathological incinerator. Journal of Medical Primatology, 264-273.
- Canadian Standards Association (CSA). 1981. Handling of Waste Materials Within Health Care Facilities. Z317.10-1981. Rexdale, Ontario: CSA.
- Health Care Occupational Health and Safety Association. 1985. Report of the Results of the Biomedical Waste Management Survey (May). Toronto, Ontario: Ontario Hospital Association.
- McCrate, A. M. 1980. Solid Waste Incineration and Heat Recovery at the Royal Jubilee Hospital B.C. (March). Toronto, Ontario: Fisheries and Environment Canada, Environment Canada, Environmental Protection Service, Pacific Region.
- Ontario Ministry of the Environment. 1974. Criteria for Incinerator Design and Operation (Revised in June). Toronto, Ontario: Environment Approvals Branch.
- Pollock, E. 1978. Use of one-time material and equipment increases hospital refuse. Solid Wastes Management Magazine (October).
- Sirman, and Ivan. 1985. Design Criteria for Incineration of Biomedical Wastes. Draft report prepared for the Ontario Ministry of the Environment, Toronto, Ontario.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS .**

**DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS .**

**MODULO II. . " CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES  
ESPECIALES Y HOSPITALARIOS.**

**TEMA: MOVIMIENTO TRANSFONTERIZO  
DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

**EXPOSITOR:**

**ING. LUIS WOLF.**



## ANEXO IV

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre contaminación transfronteriza del aire causada por las fundidoras de cobre a lo largo de su frontera común.

## ANEXO V

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al Transporte Internacional de Contaminación del Aire Urbano.

## ANEXO II

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre contaminación del ambiente a lo largo de la frontera terrestre internacional por descarga de sustancias peligrosas.

## ANEXO III

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Movimientos Transfronterizos de desechos y sustancias peligrosas.

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre contaminación transfronteriza del aire causada por las fundidoras de cobre a lo largo de su frontera común.

#### ANEXO V

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al Transporte Internacional de Contaminación del Aire Urbano.



## CICOPLAFEST

### INTERMINISTERIAL COMMISSION TO CONTROL PRODUCTION AND USE OF PESTICIDES, HERBICIDES AND TOXIC SUBSTANCES

- MEMBERS: \*
- \* SECRETARY FOR ENVIRONMENT,  
NATURAL RESOURCES AND  
FISHERY.
  
  - \* SECRETARY OF HEALTH
  
  - \* SECRETARY OF COMMERCE AND  
INDUSTRY
  
  - \* SECRETARY OF AGRICULTURE

**SUBCOMMITTEES:**

**\* COMMERCE**

**\* REGISTRATION, IMP/EXP., INVENTORIES,  
AUTHORIZATIONS.**

**\* HEALTH, ENVIRONMENT, AGRICULTURE  
STUDIES**

**\* TRAINING & COMMUNICATION**

**\* STANDARDS**

## CONCERTACION INTERNACIONAL QUE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS A SUSCRITO MEXICO COMO:

- \* Convenio de Cooperación Ambiental en la Frontera México-E.U.A.
- \* Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los residuos peligrosos y su eliminación
- \* Protocolo de Montreal, que tuvo como precedente la convención de Viena para la protección de la capa de ozono

## OBJETIVOS

Establecer las bases para la cooperación entre las partes en la protección, mejoramiento y conservación del ambiente y los problemas que lo afectan

Acordar las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación en la zona fronteriza y proveer el marco para el desarrollo de un sistema de notificación para situaciones de emergencia



CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMERICA SOBRE COOPERACION PARA LA PROTECCION Y  
MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA

Firmado por el C. Presidente Miguel de la Madrid Hurtado  
y el Presidente Ronald Reagan el 14 de agosto de 1983 en  
La Paz, Baja California Sur, México.

**ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA EL CUMPLIMIENTO EN MEXICO DEL CONVENIO DE VIENA Y SU PROTOCOLO DE MONTREAL**

**I CONTRIBUIR CON LA INVESTIGACION CIENTIFICA DEL DETERIORO DEL OZONO.**

- CONVENIO DE VIENA

**II ELIMINAR EL CONSUMO DE CLOROFUOROCARBONOS (CFCs) PARA EL AÑO 2000**

- CONVENIOS
- NUEVOS CONVENIOS
- ESTUDIO DE CASO PARA MEXICO
- LOS DOS PRIMEROS PROYECTOS
- UNIDAD DE PROTECCION DEL OZONO
- PROGRAMA NACIONAL
- PREPARACION DE PROYECTOS
- PROGRAMA CALENDARIZADO DE REDUCCIONES

**III MONITOREO Y VIGILANCIA DEL AVANCE EN LA REDUCCION DE LA PRODUCCION, IMPORTACION Y EXPORTACION DE LAS SUBSTANCIAS AGOTADORAS DEL OZONO (SAO).**

- SISTEMA DE MONITOREO COMPUTARIZADO
- ESTUDIO PARA EL SISTEMA DE PERMISOS COMERCIALES
- PROGRAMA DE VIGILANCIA

**IV DIFUSION Y CAPACITACION**

- CAMPAÑA DE DIFUSION
- TALLERES DE ENTRENAMIENTO
- PROGRAMA MEXICANO PARA LA ELIMINACION DE SOLVENTES AGOTADORES DEL OZONO
- OTROS TALLERES DE ENTRENAMIENTO

**V INTERCAMBIO DE INFORMACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA**

- PROGRAMA DE APOYO A LATINOAMERICA

EN RESPUESTA AL CRECIENTE DETERIORO DE LA CAPA DE OZONO, EN 1985 SE FORMULO EL CONVENIO DE VIENA Y DOS AÑOS DESPUES SU PROTOCOLO DE MONTREAL. CON ESTOS TRATADOS INTERNACIONALES, LOS PAISES PARTES SE COMPROMETIERON A VIGILAR EL DETERIORO DE LA CAPA DE OZONO Y ADOPTAR LAS MEDIDAS PARA LA REDUCCION Y FINAL ELIMINACION DEL CONSUMO DE LAS SUBSTANCIAS AGOTADORAS DEL OZONO (SAO).

EN ESTE SENTIDO, MEXICO SE COMPROMETIO A ELIMINAR EL CONSUMO DE LAS SAO TAN RAPIDO COMO LOS PAISES DESARROLLADOS, IMPLEMENTANDO PARA ELLO, SU PROGRAMA MEXICANO PARA LA PROTECCION DE LA CAPA DE OZONO.

EL PROGRAMA MEXICANO CONTEMPLA ESCENCIALMENTE CINCO MEDIDAS:

- CONTRIBUIR CON LA INVESTIGACION CIENTIFICA DEL DETERIORO DEL OZONO,
- ELIMINAR EL CONSUMO DE SAO PARA EL AÑO 2000,
- MONITOREAR Y VIGILAR EL AVANCE EN LA REDUCCION DE LA PRODUCCION, IMPORTACION Y EXPORTACION DE LAS SAO,
- DIFUSION Y CAPACITACION, E
- INTERCAMBIO DE INFORMACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.

EN LOS SIGUIENTES CUADROS SE DESCRIBEN A DETALLE LAS ACCIONES ANTERIORES, ASI COMO EL AVANCE EN SU DESARROLLO DURANTE EL PRESENTE AÑO.

ARTICULO IX  
READMISION DE EXPORTACIONES

EL PAIS DE EXPORTACION DEBERA READMITIR CUALQUIER ENVIO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS QUE NO HAYA SIDO LEGALMENTE IMPORTADO AL PAIS DE IMPORTACION.

ARTICULO XI  
DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS POR MATERIAS PRIMAS ADMITIDAS EN CONSIGNACION

LOS DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION ECONOMICA, MANUFACTURA, PROCESAMIENTO O REPARACION, PARA LOS QUE MATERIAS PRIMAS FUERON UTILIZADAS Y ADMITIDAS TEMPORALMENTE, DEBERAN CONTINUAR SIENDO READMITIDOS POR EL PAIS DE ORIGEN DE LAS MATERIAS PRIMAS DE CONFORMIDAD CON LAS POLITICAS, LEYES Y REGLAMENTOS NACIONALES CORRESPONDIENTES.

ARTICULO IV  
READMISION DE EXPORTACIONES

EL PAIS DE EXPORTACION DEBERA READMITIR CUALQUIER ENVIO DE DESECHOS PELIGROSOS QUE REGRESE, POR CUALQUIER RAZON AL PAIS DE IMPORTACION.

SUSTANCIAS PELIGROSAS  
ARTICULO V  
NOTIFICACION DE MEDIDAS REGULATORIAS

L.- CUANDO UNA PARTE HAYA PROHIBIDO O SEVERAMENTE RESTRINGIDO UN PESTICIDA O UN AGENTE QUIMICO, SU AUTORIDAD DESIGNADA DEBERA NOTIFICAR A LA AUTORIDAD DESIGNADA DE LA OTRA PARTE RESPECTO DE QUE DICHA MEDIDA A SIDO TOMADA DIRECTAMENTE O A TRAVES DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL CORRESPONDIENTE.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA  
PROTECCION AL AMBIENTE

TITULO CUARTO

CAPITULO V

ARTICULO 153

VI.- LOS MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION, TRANSFORMACION, ELABORACION O REPARACION EN LOS QUE SE HAYA UTILIZADO MATERIA PRIMA INTRODUCIDA AL PAIS BAJO EL REGIMEN DE IMPORTACION TEMPORAL, INCLUSIVE LOS REGULADOS EN EL ARTICULO 85 DE LA LEY ADUANERA, DEBERAN SER RETORNADOS AL PAIS DE PROCEDENCIA DENTRO DEL PLAZO QUE PARA TAL EFECTO DETERMINE LA SECRETARIA.

# REQUISITOS PARA LA IMPORTACION O EXPORTACION DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

Enviar un manifiesto para la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos debidamente llenado.

Anexar un croquis de localización de la empresa.

Croquis de la ruta a seguir desde la entrada hasta el destino final (importación).

Croquis desde el punto de carga hasta el destino final (exportación)

Nombre, denominación o razón social y domicilio de los Transportistas

. Copia del acta constitutiva y/o RFC (import/export)

. Puerto terrestre, marítimo o aéreo por donde se solicita la entrada o salida de los materiales (import/export)

. Anexar las especificaciones técnicas del material o residuo a importar/exportar.

. Diagrama de flujo y equipo de proceso en el cual se utilizarán materias primas señalando los puntos de generación de emisiones de aire, agua y residuos, indicando las características de estos y su disposición final (importación).

. Proceso para la utilización o recuperación del residuo anexar descripción completa.

DESICIONES RELATIVAS AL MOVIMIENTO  
TRANSFRONTERIZO DE DESECHOS PELIGROSOS (OCDE)

C 83/180 Final (febrero 1984)  
MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE DESECHOS PELIGROSOS

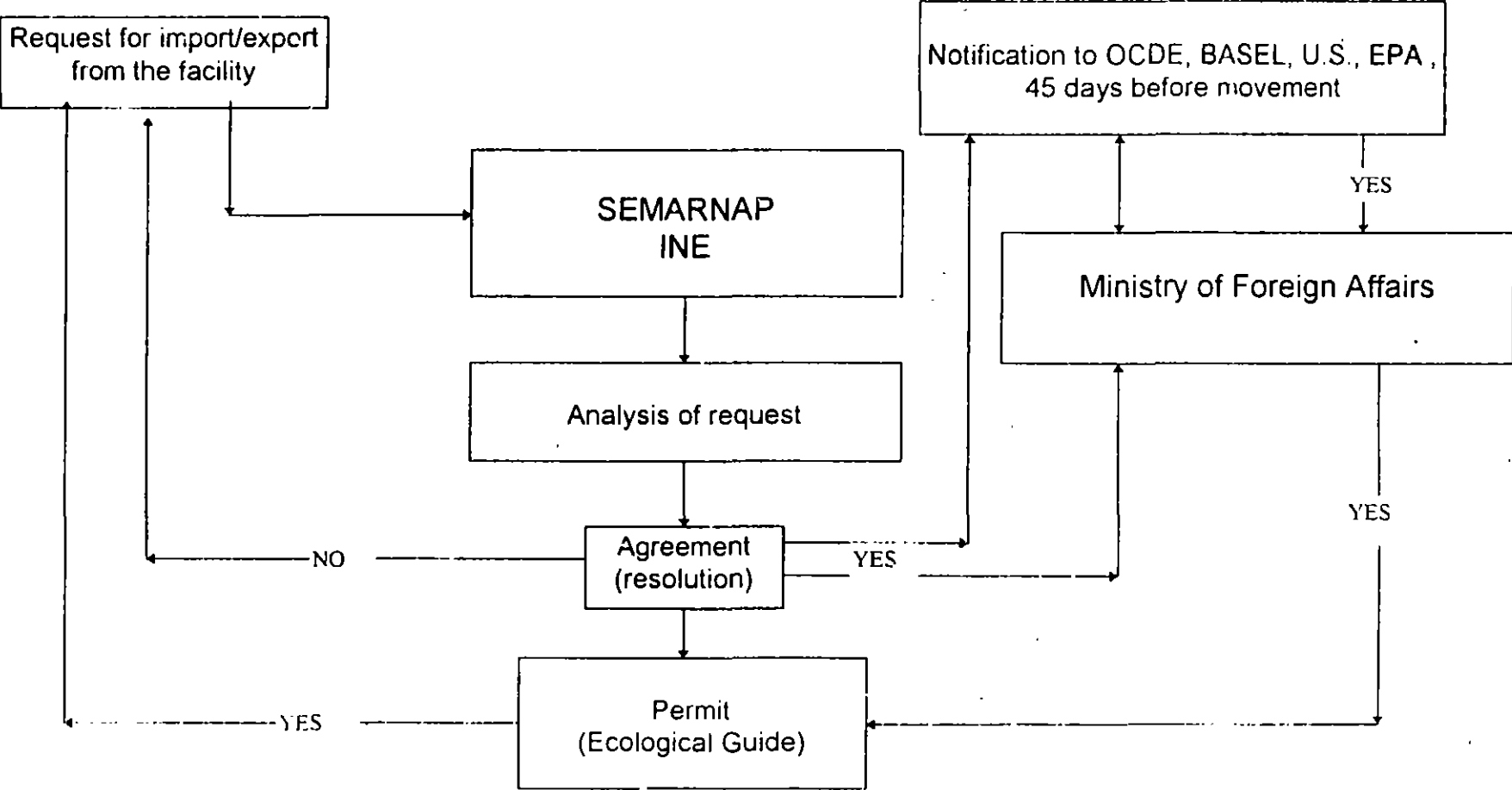
C 86/64 FINAL (junio 1986)  
EXPORTACION DE DESECHOS PELIGROSOS DESDE EL AREA  
DE LA OCDE

C 90/178 (enero 1991)  
REDUCCION DE MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE  
DESECHOS

C 92/39 Final (marzo 1992)  
MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DESTINADOS A  
ACTIVIDADES DE RECUPERACION



# TRANSFRONTIER MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTE



**GENERAL LAW FOR ECOLOGICAL BALANCE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION  
REGULATION FOR HAZARDOUS WASTES**

**CHAPTER IV**

**IMPORT AND EXPORT OF HAZARDOUS WASTES**

ART.43 Autorization or permit from the Ministrie of Environment about import/export of H. W.

ART.44 Permit about volumes of H.W., showing port of entry or exit, type of transport. Route of transport. This permit must be given in 5 days after the receipt of the manifest.

ART.45 The first manifest must be presented 45 days before the import/export of H.W., the next ones only 5 days before. It explains everything about the filling of the manifest.

ART.46 The import/export facility or person must be adressed in Mexico.

ART.47 About fees, deposit or insurance, national and international, for remediation in case of emergency. (N\$ 1,000 to 2,500 per ton.) (Now in review)

ART.49 The permit will be for 90 natural days and after the movement must send inform to the Ministrie in 15 days.

ART.52 The import of H.W. is permitted only for recycling, reuse or treatment.

ART.53 The permit to export H.W. for final dispose can only be given with the approval of the country. The import cannot be for final dispose in Mexico

ART.55 H.W. generated by the maquila industrie out from raw material that came from other country as temporary import must be returned to this country.

ART.57 The facility or person that moved H W. to Mexico without permit must return the H.W. to the country of origen.

## **OBJETIVOS DEL CONVENIO DE LA PAZ A TRAVÉS DE GRUPOS BINACIONALES DE TRABAJO**

- Realizar el seguimiento de residuos, estableciendo un sistema de información que permita integrar el inventario binacional de residuos generados en la zona fronteriza entre los dos países.
- promover y vigilar el cumplimiento de la legislación en la materia, mediante capacitación de personal y un intercambio regular de información e inspecciones.
- Intercambiar información técnica a través de las conferencias sobre maquiladoras.

- Realizar educación comunitaria y difundir información a través de un documento binacional que del conocimiento público las actividades que se llevan a cabo en la frontera.
- Evaluar los riesgos asociados con el transporte de los residuos peligrosos a través de un documento binacional que haga del conocimiento público las actividades que se llevan a cabo en la frontera.
- Evaluar los riesgos asociados con el transporte peligrosos a través de la frontera y desarrollar una estrategia binacional para su control.

b) Contribuir a la expansión de una economía sólida en los países miembros así como en los no miembros en el proceso de desarrollo económico; y

c) Contribuir en la expansión comercial del mundo en una base multilateral, no discriminatoria de acuerdo con obligaciones internacionales".

- Diseño programas de educación dirigidos a la comunidad y a los funcionarios estatales y locales, acerca de la disposición apropiada de los residuos, en los que se promueva la notificación telefónica del hallazgo de tiraderos ilegales.

- Determinar prácticas habituales de disposición de residuos sólidos a lo largo de la frontera; proyectar el número de confinamientos controlados que se necesitarán en el futuro e informar al público acerca de las alternativas para desechar desperdicios.
  
- Identificar tiraderos abandonados y desarrollar una estrategia, mediante el uso de tecnologías adecuadas, para su restauración.
  
- Desarrollar un sistema de control de las denuncias de los ciudadanos respecto de tiraderos ilegales.

PLAN INTEGRAL AMBIENTAL FRONTERIZO  
PROGRAMAS DE TRABAJO DEL GRUPO DE RESIDUOS  
PELIGROSOS 1992-1994

OBJETIVOS

- REALIZAR EL SEGUIMIENTO DE RESIDUOS, ESTABLECIENDO UN SISTEMA DE INFORMACION QUE PERMITA INTEGRAR EL INVENTARIO BINACIONAL DE RESIDUOS GENERADOS EN LA ZONA FRONTERIZA.
- PROMOVER Y VIGILAR EL CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACION AMBIENTAL, MEDIANTE CAPACITACION DE PERSONAL Y UN INTERCAMBIO REGULAR DE INFORMACION E INSPECCIONES.
- INTERCAMBIAR INFORMACION TECNICA A TRAVES DE LAS CONFERENCIAS SOBRE MAQUILADORAS.
- REALIZAR EDUCACION COMUNITARIA Y DIFUNDIR INFORMACION A TRAVES DE UN DOCUMENTO BINACIONAL QUE HAGA DEL CONOCIMIENTO PUBLICO LAS ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN LA FRONTERA.
- EVALUAR LOS RIESGOS ASOCIADOS CON EL TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS A TRAVES DE LA FRONTERA Y DESARROLLAR UNA ESTRATEGIA BINACIONAL PARA SU CONTROL.
- DETERMINAR PRACTICAS HABITUALES DE DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS A LO LARGO DE LA FRONTERA; PROYECTAR EL NUMERO DE CONFINAMIENTOS CONTROLADOS QUE SE NECESITARAN EN EL FUTURO E INFORMAR AL PUBLICO -- ACERCA DE LAS ALTERNATIVAS PARA DESECHAR DESPERDICIOS.
- IDENTIFICAR TIRADEROS ABANDONADOS Y DESARROLLAR -- UNA ESTRATEGIA, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGIAS ADECUADAS, PARA SU RESTAURACION.
- DISEÑAR PROGRAMAS DE EDUCACION DIRIGIDOS A LA COMUNIDAD Y A LOS FUNCIONARIOS ESTATALES Y LOCALES, -- ACERCA DE LA DISPOSICION APROPIADA DE LOS RESIDUOS EN LOS QUE SE PROMUEVA LA NOTIFICACION TELEFONICA DEL HALLAZGO DE TIRADEROS ILEGALES.
- DESARROLLAR UN SISTEMA DE CONTROL DE LAS DENUNCIAS DE LOS CIUDADANOS RESPECTO DE TIRADEROS ILEGALES.
- ESTABLECER UNA COOPERACION Y COORDINACION DE ALTO NIVEL DENTRO DEL GRUPO DE TRABAJO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y LOS OTROS GRUPOS E INSTRUMENTAR EN FORMA EFECTIVA LOS PROGRAMAS DE ACTIVIDADES.



(5)

**SISTEMA COMPUTARIZADO PARA MANEJO Y CONTROL**  
**DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE**  
**MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.**

- . ATENCION A LAS SOLICITUDES CON APOYO DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO.
- . SISTEMA. SERA CAPAZ DE DIAGNOSTICAR E IMPRIMIR EL RESULTADO.
- . BASE DE DATOS. ESTADISTICA DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS POR TIPO DE MATERIAL, COMPANIA, LOCALIZACION.
- . SUPERVISION Y SEGUIMIENTO DE LAS AUTORIZACIONES OTORGADAS POR LAS DELEGACIONES.

**GRUPO DE TRABAJO DE RESIDUOS PELIGROSOS  
EPA/SEDESOL**

**SUBGRUPOS**

**MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS**

**SITIOS DE CONFINAMIENTO**

**REPATRIACION**

**CONFERENCIA DE LA MAQUILADORA**

**TRANSFERENCIA TECNOLOGICA**

**COMUNICACION**

# ORGANIZACION DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICO

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) es una entidad intergubernamental, la cual agrupa a 25 países industrializados y su labor principal es la de monitorear las tendencias económicas en esos países.

## OBJETIVOS BASICOS

"PROMOVER POLITICAS PROYECTADA A TRAVES DE:

- a) Lograr la mayor disponibilidad de crecimiento económico y de empleo, elevando los estándares de vida en los países miembros, mientras se mantiene una estabilidad financiera y con esto contribuir al desarrollo de la economía mundial.

## ARTICULO VI

### NOTIFICACION DE EXPORTACIONES

- 1.- SI EL PAIS DE EXPORTACION LLEGA A ENTERARSE DE QUE HA DE OCURRIR UNA EXPORTACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS AL PAIS DE IMPORTACION, LA AUTORIDAD DESIGNADA DEL PAIS DE EXPORTACION DEBERA NOTIFICAR A LA AUTORIDAD DESIGNADA DEL PAIS DE IMPORTACION.
  
- 2.- EL PROPOSITO DE DICHA NOTIFICACION SERA RECORDAR, AL PAIS DE IMPORTACION, DE LA NOTIFICACION SOBRE MEDIDAS REGULATORIAS DISPUESTA CONFORME AL ARTICULO 5, ASI COMO ALERTARLO DEL HECHO DE QUE LA EXPORTACION HA DE OCURRIR.

## ARTICULO XIV

### DAÑOS

L.- EL PAIS DE IMPORTACION PODRA REQUERIR, COMO CONDICION DE INGRESO, QUE CUALQUIER MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE DESECHOS PELIGROSOS O DE SUSTANCIAS PELIGROSAS SE CUBRA CON SEGURO FIANZA U OTRA GARANTIA APROPIADA Y EFECTIVA.

## DIPOSICIONES GENERALES

### ARTICULO X

#### ARREGLOS ADICIONALES

- 1.- LAS PARTES DEBERAN CONSIDERAR Y, SEGUN SEA APROPIADOS, ESTABLICER ARREGLOS ADICIONALES PARA MITIGAS A EVITAR EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD, LAS PROPIEDADES O EL MEDIO AMBIENTE, POR ACTIVIDADES INDEBIDAS RELACIONADAS CON DESECHOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.

### ARTICULO XII

#### INTERCAMBIO DE INFORMACION Y ASISTENCIA

- 1.- LAS PARTES DEBERAN, EN LO POSIBLE, PROVEERSE ASISTENCIA MUTUA DESTINADA A INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE CADA PARTE, PARA APLICAR SUS LEYES PERTINENTES A LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE DESECHOS PELIGROSOS O DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Y PARA TOMAR MEDIDAS APROPIADAS AL RESPECTO, A LA VIOLACION DE SUS LEYES.

# CONVENIO DE BASILEA

## CONVENIO DE BASILEA PARA EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACION

FORMULADO	20-21 DE MAYO DE 1989
FIRMADO POR MEXICO	22 DE MAYO DE 1989
APROBADO POR MEXICO	3 DE JULIO DE 1990
RATIFICADO	4 DE SEPTIEMBRE DE 1990
PUBLICADO	9 DE AGOSTO DE 1991

91

El Convenio establece las condiciones sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos y su eliminación sobre las bases siguientes:

La voluntad de las partes expresada a través del intercambio de información, vigilancia y sujeción a leyes, reglamentos y políticas tanto nacionales como internacionales.

Compromiso de disminuir en lo posible la generación de desechos mediante la realización de estudios socioeconómicos ambientales para fomentar la conciencia pública y promover las mejores tecnologías posibles de eliminación y manejo adecuado.



CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS  
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA SOBRE COOPERACION PARA  
LA PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN  
LA ZONA FRONTERIZA.

Firmado por el C. Presidente Miguel de la Madrid Hurtado y el Presidente Ronald Reagan el 14 de agosto de 1983 en La Paz, Baja California Sur, México.

ANEXOS.

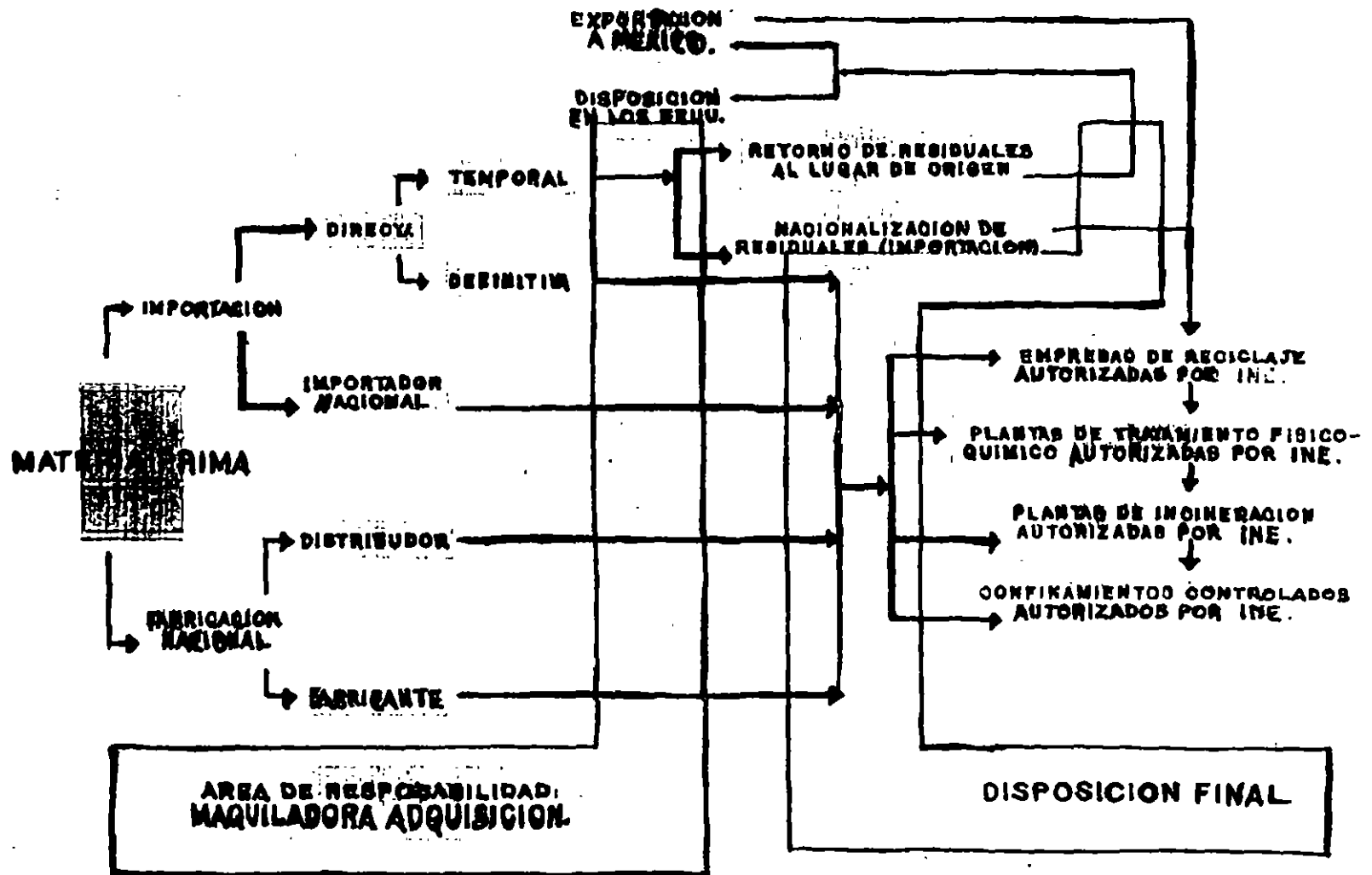
ANEXO I

Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la solución de los problemas de saneamiento en Tijuana, B.C./San Diego, Ca.

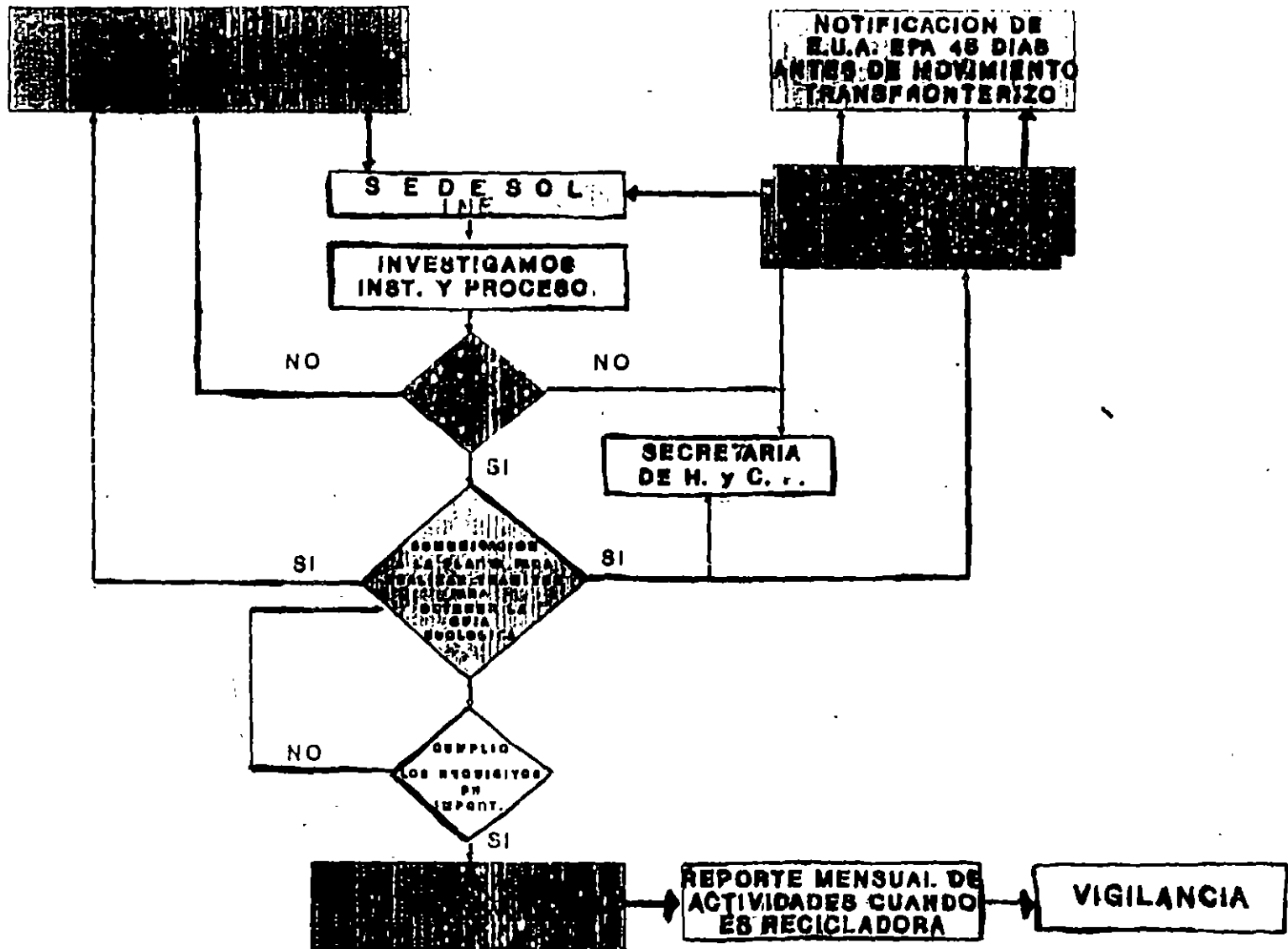
## ANEXO III

- Artículo 1.- Definiciones
- Artículo 2.- Obligaciones Generales
- Artículo 3.- Notificación al país de importación de desechos peligrosos
- Artículo 4.- Readmisión de exportaciones
- Artículo 5.- Notificación de medidas regulatorias
- Artículo 6.- Notificación de exportaciones de sustancias peligrosas
- Artículo 7.- Plazos para la notificación
- Artículo 8.- Cumplimiento de requisitos del país de importación
- Artículo 9.- Readmisión de exportaciones
- Artículo 10.- Arreglos adicionales
- Artículo 11.- Desechos peligrosos generados por materias primas admitidas en consignación
- Artículo 12.- Intercambio de información y asistencia
- Artículo 13.- Protección de información confidencial
- Artículo 14.- Daños
- Artículo 15.- Efectos sobre otros instrumentos
- Artículo 16.- Apéndices
- Artículo 17.- Enmiendas
- Artículo 18.- Revisión
- Artículo 19.- Entrada en vigor
- Artículo 20.- Terminación

# PROCEDIMIENTOS DE ADQUISICION DE MATERIA PRIMA Y MANEJO DE RESIDUOS.



# RESIDUOS PELIGROSOS-MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

DIPLOMADO EN SISTEMA DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS.

MOD. II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES ESPE-  
CIALES Y HOSPITALARIOS.

MARCO LEGAL.

M. en I. GUSTAVO SOLORZANO .

## MARCO LEGAL

1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE. (MARZO 1988).
2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS. (JUNIO 1989).
3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS NOM-CRP (001 a 007) ECOL.
4. OTROS ORDENAMIENTOS. (MANIFIESTOS, FORMATOS).
5. ACUERDOS INTERNACIONALES.

## DEFINICION

### RESIDUOS:

" CUALQUIER MATERIAL GENERADO EN LOS PROCESOS EXTRACCION, BENEFICIO, TRANSFORMACION, PRODUCCION, CONSUMO, UTILIZACION, CONTROL O TRATAMIENTO CUYA CALIDAD NO PERMITA USARLO NUEVAMENTE EN EL PROCESO QUE LO GENERO".

### RESIDUOS PELIGROSOS:

" TODOS AQUELLOS RESIDUOS, EN CUALQUIER ESTADO FISICO, QUE POR SUS CARACTERISTICAS CORROSIVAS, TOXICAS, VENENOSAS, REACTIVAS, EXPLOSIVAS, INFLAMABLES, BIOLOGICAS INFECCIOSAS O IRRITANTES, REPRESENTAN UN PELIGRO PARA EL EQUILIBRIO ECOLOGICO O EL AMBIENTE".

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL  
AMBIENTE**



**REGLAMENTOS**



**NORMAS TECNICAS  
ECOLOGICAS**



# REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

## CONTENIDO

CAP. I. DISPOSICIONES GENERALES

CAP. II. DE LA GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS

CAP. III. DEL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

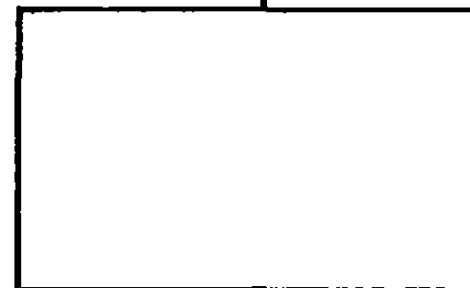
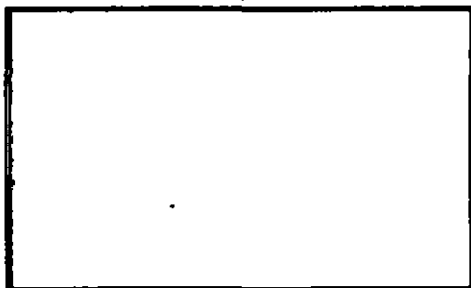
CAP. IV. DE LA IMPORTACION Y EXPORTACION DE  
RESIDUOS PELIGROS

CAP. V. DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD  
Y SANCIONES

**SEDUE**

**SUBSECRETARIA  
DE ECOLOGIA**

**DIRECCION  
GENERAL DE  
PREVENCION Y  
CONTROL DE LA  
CONTAMINACION  
AMBIENTAL**



5

**SEDESOL**

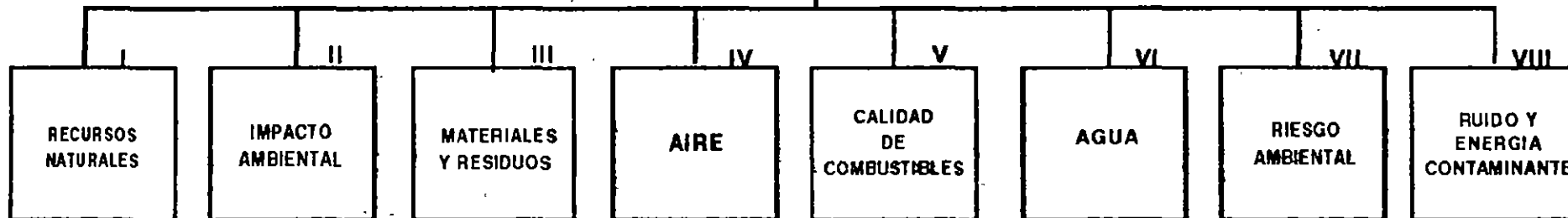
**PROFEPA**

**INE**

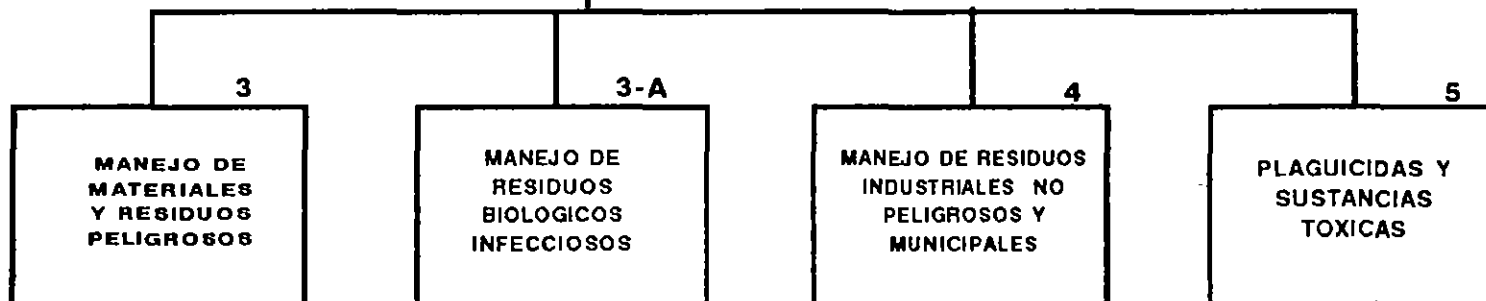
**DIRECCION  
GENERAL DE  
NORMATIVIDAD  
AMBIENTAL**

**COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE  
NORMATIVIDAD PARA LA PROTECCION  
AMBIENTAL**

**SUBCOMITES**



**GRUPOS DE TRABAJO**



## **NOM-CRP-004-ECOL/93**

- GEOHIDROLOGIA
- HIDROLOGIA SUPERFICIAL
- ECOLOGIA
- CLIMATOLOGIA
- POBLACIONAL
- SISMICIDAD
- TOPOGRAFIA
- ACCESOS

## NOM-CRP-005-ECOL/93

- AREAS DE ACCESO Y ESPERA
- CERCA PERIMETRAL Y DE SEGURIDAD
- CASETA DE VIGILANCIA
- CASETA DE PESAJE Y BASCULA
- LABORATORIO
- CAMINOS
- AREA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL
- AREA DE EMERGENCIA
- AREA DE LIMPIEZA
- DRENAJE
- INSTALACIONES ELECTRICAS
- SEÑALAMIENTOS
- POZOS DE MONITOREO
- AREA DE AMORTIGUAMIENTO
- TALLER DE MANTENIMIENTO
- AREA ADMINISTRATIVA
- PRIMEROS AUXILIOS
- SERVICIOS SANITARIOS
- COLOCACION DE ACCESOS

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE  
RESIDUOS PELIGROSOS**

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-ECOL/93, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-002-ECOL/93, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligrosos por su toxicidad al ambiente.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-003-ECOL/93, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-ECOL/93.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-004-ECOL/93, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-005-ECOL/93, que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-006-ECOL/93, que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-007-ECOL/93, que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.

**MANIFIESTOS Y REPORTES DE MANEJO  
DE RESIDUOS PELIGROSOS**

TIPOS DE MANIFIESTOS Y REPORTES DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	FECHA DE PUBLICACION
Manifiesto para Empresas Generadoras de Residuos Peligrosos.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Manifiesto para Casos de Derrame de RP por Accidente.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Reporte Semestral de RP Recibidos para Reciclaje o Tratamiento.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Reporte Mensual de RP Confinados en Sitios de Disposición Final.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Reporte Semestral de RP Enviados para su Reciclo, Tratamiento, Incineración o Confinamiento.	DOF (3-V-89) y Gaceta Ecológica No.2 (VIII-89).
Manifiesto para Empresas Generadoras Eventuales de Bifenilos Policlorados.	Gaceta Ecológica No.11 (IX-90).



**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES**

- REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS (7/ABRIL/1993).
- NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

**SECRETARIA DE GOBERNACION**

- PRIMER Y SEGUNDO LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS (28 DE MARZO DE 1990, 4 DE MAYO DE 1992)

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION  
SOCIAL**

- NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE  
DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

**SCT**

TITULO PRIMERO	-	DISPOSICIONES GENERALES
TITULO SEGUNDO	-	DEL ENVASE Y EL EMBALAJE
TITULO TERCERO	-	DE LAS CARACTERISTICAS, ESPECIFICACIONES
TITULO CUARTO	-	DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD
TITULO QUINTO	-	DEL TRANSITO EN LAS VIAS DE JURISDICCION FEDERAL
TITULO SEXTO	-	DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS
TITULO SEPTIMO	-	DE LA RESPONSABILIDAD
TITULO OCTAVO	-	DE LAS OBLIGACIONES

## **NORMAS OFICIALES MEXICANAS SCT**

**NOM-002-SCT2-1994.** LISTADO DE LAS SUBSTANCIAS PELIGROSAS MAS USUALMENTE TRANSPORTADAS.

**NOM-003-SCT2-1994.** CARACTERISTICAS DE LAS ETIQUETAS DE ENVASES Y EMBALAJES DESTINADAS AL TRANSPORTE DE SUBSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-004-SCT2-1994.** SISTEMA DE IDENTIFICACION DE UNIDADES DESTINADAS AL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-005-SCT2-1993.** INFORMACION DE EMERGENCIA EN TRANSPORTACION PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-006-SCT2-1993.** ASPECTOS BASICOS PARA LA REVISION OCULAR DIARIA DE LA UNIDAD DESTINADA AL AUTOTRANSPORTE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-007-SCT2-1994.** MARCADO DE ENVASES Y EMBALAJES DESTINADOS AL TRANSPORTE DE SUBSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-008-SCT2-1993.** DISPOSICIONES PARA EFECTUAR LA INSPECCION DEL EQUIPO DE ARRASTRE FERROVIARIO.

**NOM-009-SCT2-1994.** COMPATIBILIDAD PARA EL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE LA CLASE 1 "EXPLOSIVOS".

**NOM-020-SCT2-1994.** CARACTERISTICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION DE AUTOTANQUES.

**NOM-024-SCT2-1994.** ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION, ASI COMO METODOS DE PRUEBA DE LOS ENVASES Y EMBALAJES DE LAS SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-025-SCT2-1994.** DISPOSICIONES ESPECIALES PARA LAS SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE LA CLASE 1 "EXPLOSIVOS".

**NOM-027-SCT2-1994.** DISPOSICIONES GENERALES PARA EL ENVASE, EMBALAJE Y TRANSPORTE DE LAS SUBSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS DE LA DIVISION 5.2 PEROXIDOS ORGANICOS.

**NOM-SCT2** ESPECIFICACIONES ESPECIALES Y ADICIONALES PARA EL ENVASE Y EMBALAJE DE LOS MATERIALES PELIGROSOS, DE LA DIVISION 6.2 SUBSTANCIAS INFECCIOSAS (Citada de esta forma en el D.O. del 23 de junio de 1994, pág. 59, 1a. sección).

## PROYECTOS DE NORMAS SCT

**NOM-018-SCT2/1994.** DISPOSICIONES PARA LA CARGA, ACONDICIONAMIENTO Y DESCARGA DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS EN UNIDADES DE ARRASTRE FERROVIARIO.

**NOM-019-SCT2/1994.** DISPOSICIONES GENERALES PARA LA LIMPIEZA Y CONTROL DE REMANENTES DE SUBSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS EN LAS UNIDADES QUE TRANSPORTAN MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-021-SCT2/1994.** DISPOSICIONES GENERALES PARA TRANSPORTAR OTRO TIPO DE BIENES DIFERENTES A LAS SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS, EN UNIDADES DESTINADAS AL TRASLADO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-023-SCT2/1994.** INFORMACION TECNICA QUE DEBE CONTENER LA PLACA QUE PORTARAN LOS AUTOTANQUES, RECIPIENTES METALICOS INTERMEDIOS PARA GRANUL (RIG) Y ENVASES CON CAPACIDAD MAYOR A 500 LITROS QUE TRANSPORTAN MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

**NOM-028-SCT2/1994.** DISPOSICIONES ESPECIALES PARA LOS MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE LA CLASE 3 LIQUIDOS INFLAMABLES.

## ORDENAMIENTOS EN MATERIA DE CONTAMINACION MARINA

- REGLAMENTO PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION DEL MAR POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS.  
(D.O. 23/ENERO/1979)
- PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA PARA COMBATIR Y CONTROLAR DERRAMES DE HIDROCARBUROS Y OTRAS SUSTANCIAS EN EL MAR.
- ACUERDO POR EL QUE EL PLAN ANTERIOR SERA DE CARACTER PERMANENTE Y DE INTERES SOCIAL.

## CONVENIOS INTERNACIONALES

- 1983      CONVENIO MEXICO-EEUU SOBRE COOPERACION PARA LA PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA (CONVENIO DE LA PAZ).
- 1986      ANEXO III DEL CONVENIO DE LA PAZ. MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE DESECHOS PELIGROSOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.
- 1989      CONVENIO DE BASILEA (RATIFICADO EN 1992).
- 1994      TRATADO DE LIBRE COMERCIO MEXICO-EEUU. ACUERDOS PARALELOS SOBRE MEDIO AMBIENTE.

- Decreto relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos que por su naturaleza puedan causar daños al medio ambiente o a la propiedad o constituyan un riesgo a la salud o bienestar públicos (D.O. 19 de enero de 1987).
- Procedimiento de autorización de la importación y exportación de materiales y residuos peligrosos (D.O. 6 de abril de 1990).

**PROYECTO DE NORMAS OFICIALES EN MATERIA  
DE RESIDUOS MUNICIPALES**

NOM-083-ECOL-1994  
(22/Jun/94)

Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

NOM-084-ECOL-1994  
(22/Jun/94)

Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

**PROYECTO DE NORMAS OFICIALES EN MATERIA DE  
RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS**

NOM-087-ECOL-1994  
(19/Ago/94)

Que establece los requisitos para la clasificación separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos que se generen en establecimientos que presten atención médica, tales como hospitales y consultorios médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.



## ESTRATEGIA DE ELIMINACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Reducción de la generación:  
Tecnologías limpias

Cambiar proceso: Optimizar condiciones de operación;  
Determinar la vida útil del equipo

Reciclado

Tratamiento: Físico, Químico, Biológico

Incineración

Confinamiento Controlado



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS**

**MODULO II:  
CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS**

**PROBLEMATICA DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS  
EN MEXICO**

**ING. RICARDO ESTRADA NUREZ**

**PROBLEMATICA DE LOS  
RESIDUOS HOSPITALARIOS  
EN MEXICO**

**ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ**

## **CONTENIDO**

### **1. MARCO DE REFERENCIA**

1.1 Antecedentes

1.2 Fuentes generadoras

1.3 Indicadores de composición y peso volumétrico en unidades médicas

1.4 Problemática en el manejo de Residuos Hospitalarios

### **2. MANEJO INTERNO Y EXTERNO DE LOS RESIDUOS**

2.1 Manejo interno

2.2 Manejo externo

### **3. EVALUACION DEL SISTEMA DE MANEJO**

## **1. MARCO DE REFERENCIA**

### **1.1 Antecedentes**

Dada la necesidad de la atención y mejoramiento de la funcionalidad sobre la recolección, manejo y disposición de los residuos sólidos en unidades médicas, en el año de 1985 surge un programa de recolección mediante el sistema de contenedores. Este programa inició con la dotación de 38 contenedores en 16 instituciones. En 1986 se amplió a 40 unidades médicas y 95 contenedores y para 1987 eran ya 70 unidades con 156 contenedores.

Durante los tres años siguientes sólo se incrementaron 8 instituciones más, contándose con 182 contenedores instalados y en funcionamiento. Cabe señalar que se disponía además de 19 camiones compactadores y 15 hidrolavadoras para realizar actividades de lavado y desinfección del equipo.

Hasta el año de 1988, la mayoría de los residuos hospitalarios eran transportados a los sitios de Disposición Final del D.D.F., mezclados con los demás residuos municipales recolectados por los vehículos de limpia del D.D.F., utilizando inclusive el sistema de transferencia. No existía un método específico y no se diferenciaba su vertido al no disponerlos en áreas especiales, lo que provocaba que la pepena se ejerciera sobre estos residuos de igual forma que sobre los municipales.

Actualmente el Departamento del Distrito Federal, a través de la D.G.S.U., ha realizado 25 estudios de Generación de Residuos Sólidos en Unidades Médicas tendientes a identificar sus características fisicoquímicas, parámetros de generación, así como el manejo actual en este tipo de fuentes. Por lo que a partir de 1989, los residuos hospitalarios generados por las Unidades Médicas comprendidas en el programa de la D.G.S.U., se canalizan al Relleno Sanitario de Bordo Poniente, donde se habilitó una celda especial para llevar a cabo su disposición final aplicándose un procedimiento adecuado para ello.

## 1.2 Fuentes Generadoras

La fuente de generación corresponde al foco a partir del cual se producen los residuos sólidos hospitalarios. Se consideran tres tipos de instituciones para la zona metropolitana: las de asistencia social para la población abierta, las de seguridad social para la población asegurada y las de servicio privado, comprendidas en las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal (Tabla 1).

TIPO DE ATENCION	TIPO DE INSTITUCION
ASISTENCIA SOCIAL PARA LA POBLACION ABIERTA	- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL (D.D.F.)
	- DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA (D.I.F.)
	- CRUZ ROJA MEXICANA (C.R.M.)
	- SECRETARIA DE SALUD (S.S.A.)
SEGURIDAD SOCIAL (PARA LA POBLACION ASEGURADA)	- INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO (ISSSTE)
	- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS)
	- PETROLEOS MEXICANOS (PEMEX)
	- SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL (SDN)
SERVICIO PRIVADO	- HOSPITALES PARTICULARES
	- CONSULTORIOS PARTICULARES

TABLA 1

Estas instituciones, clasifican a las unidades médicas que las conforman, según su nivel de atención a la salud, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Primer nivel, cuando la unidad otorga exclusivamente consulta externa.
- Segundo nivel, cuando además de la consulta externa se cuenta con los cuatro servicios básicos de hospitalización: Medicina interna, pediatría, cirugía y gineco-obstetricia.
- Tercer nivel, cuando a lo anterior se le agrega cualquier servicios de hospitalización

especializada, así como instalaciones de investigación.

Los residuos sólidos generados durante las actividades de las unidades médicas, se identifican por su carácter infeccioso, los cuales representan un riesgo para la salud de la población. Este riesgo se ve incrementado si su manejo y disposición final son inadecuados.

Actualmente estos residuos son recolectados conjuntamente con los residuos sólidos generados en otras fuentes consideradas de tipo municipal. Por lo que se refiere al tratamiento de estos residuos se puede mencionar que algunos hospitales cuentan con incinerador.

### 1.3 Indicadores de composición y peso volumétrico en unidades médicas

En función a los antecedentes que se tienen actualmente la generación de residuos biomédicos representa un total de 177.033 ton/día de las cuales 149.247 ton/día corresponden a las 686 unidades médicas (Tabla 2 y 3).

DELEGACION						
	U. MEDICAS (TON)	%	LABORATORIO (TON)	%	VETERINARIAS (TON)	
ALVARO OBREGON	15.027	0.13	2.785	0.02	0.279	
AZCAPOTZALCO	9.730	0.09	2.228	0.02	0.223	
BENITO JUAREZ	19.140	0.17	0.557	0.00	0.110	
COYOACAN	3.664	0.03	4.456	0.04	0.345	
CUAJIMALPA	0.502	0.00	0.111	0.00	0.033	
CUAUHTEMOC	26.910	0.24	2.117	0.02	0.212	
G. A. MADERO	20.409	0.18	3.342	0.03	0.446	
IZTACALCO	5.392	0.05	4.567	0.04	0.334	
IZTAPALAPA	9.528	0.09	1.225	0.01	0.557	
M. CONTRERAS	1.697	0.02	0.468	0.00	0.123	
MIGUEL HIDALGO	22.701	0.20	0.078	0.00	0.111	
MILPA ALTA	0.591	0.01	0.110	0.00	0.109	
TLAHUAC	3.063	0.03	0.334	0.00	0.053	
TLALPAN	5.067	0.05	0.780	0.01	0.021	
V. CARRANZA	4.935	0.04	1.114	0.01	0.056	
XOCHIMILCO	0.891	0.01	0.446	0.00	0.055	
TOTAL	149.247	1.34	24.719	0.22	3.067	

TABLA 2

UNIDAD MEDICA	TOTAL
SSA PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 211 8 23  242
D.D.F. PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 1 10 18  29
IMSS PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 40 14 18  29
ISSSTE PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 53 13 15  81
SEDENA PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 12 2 1  15
MARINA TERCER NIVEL	
PEMEX PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 2 3  5
PRIVADOS PRIMER NIVEL SEGUNDO NIVEL TERCER NIVEL  TOTAL	 43 149 53  245
GRAN TOTAL	686

**TABLA 3**



Sin embargo, es importante considerar la generación unitaria o per cápita de estos residuos, la cual está determinada en función al número de camas existentes en las U.M. de segundo y tercer nivel. Pero dado que en el primer nivel no se brinda consulta interna, esta generación se estima de acuerdo al número de consultas por día (Tabla 4).

UNIDADES MEDICAS	GENERACION UNITARIA
NIVEL 1	
• CON LABORATORIO	1.279 Kg/consulta/día
• SIN LABORATORIO	0.998 Kg/consulta/día
NIVEL 2	4.730 Kg/cama/día
NIVEL 3	5.390 Kg/cama/día

**TABLA 4**

En la tabla 5 se muestran los porcentajes de la composición física promedio de los residuos sólidos generados en los diferentes niveles de unidades médicas y en laboratorios.

SUBPRODUCTOS	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	PROMEDIO
ABATELENGUAS	0.20	0.10	5.60	1.97
ALGODON	0.10	0.30	5.50	1.97
CARTON	5.40	8.80	10.70	8.30
CUERO	0.00	0.00	0.00	0.00
ENVASE DE CARTON	0.00	1.80	1.40	1.07
FIBRA DURA VEGETAL	0.00	0.60	0.00	0.20
FIBRA SINTETICA	0.30	0.50	0.00	0.27
GASA	7.70	0.50	3.10	3.77
HUESO	1.00	0.20	0.00	0.07
HULE	3.60	0.40	4.80	2.07
JERINGA DESECHABLE	1.00	0.30	4.50	2.80
LATA	0.00	0.60	3.60	1.73
LOZA Y CERAMICA	1.10	0.00	0.00	0.00
MADERA	0.00	0.20	0.00	0.43
MATERIAL DE CONSTRUCCION	0.00	0.00	0.00	0.00
MATERIAL FERROSO	0.70	0.60	4.40	1.90
MATERIAL NO FERROSO	0.20	0.00	0.00	0.07
NEOPRENO (LLANTAS)	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS	1.60	1.10	0.70	1.13
PAPEL BOND	8.20	4.30	7.20	6.57
PAPEL PERIODICO	5.30	3.20	4.60	4.37
PAPEL SANITARIO	15.40	4.80	12.80	11.00
PAÑAL DESECHABLE	1.90	1.70	0.70	1.43
PLACAS RADIOLOGICAS	0.90	0.00	0.00	0.30
PLASTICO DE PELICULA	3.40	1.70	4.70	3.27
PLASTICO RIGIDO	1.50	0.30	1.10	0.97
POLIESTIRENO EXPANDIDO	0.00	3.60	1.50	1.70
POLIURETANO	0.40	1.50	0.40	0.76
RESIDUOS ALIMENTICIO	17.00	57.00	6.90	26.96
RESIDUO DE JARDINERIA	2.60	0.00	1.30	1.30
RESIDUO FINO	0.50	0.00	0.80	0.43
TOALLAS SANITARIAS	0.00	0.00	0.00	0.00
TRAPO	1.20	0.30	0.00	0.50
VENDA	0.10	0.00	1.10	0.36
VIDRIO DE COLOR	18.30	0.10	1.70	6.70
VIDRIO TRANSPARENTE	0.40	5.50	11.00	5.63
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

**TABLA 5**

En la tabla 6 se muestra el peso volúmetrico "in-situ" promedio. En la zona de laboratorio se puede encontrar el peso volúmetrico más alto y en la zona de asistencia médica el más bajo.

FUENTE	PESO VOLUMETRICO Kg/M <sup>3</sup>	
	R. NO PELIGROSOS	R. PELIGROSOS
NIVEL 1	65	182
NIVEL 2	141	182
NIVEL 3	183	182
PROMEDIO	130	182

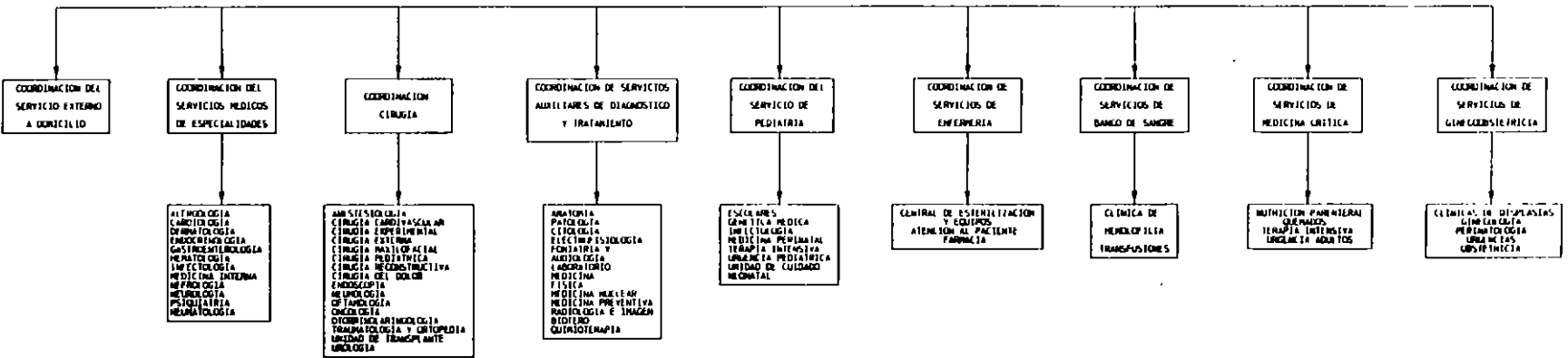
**Tabla 6**

En la figura 1 se muestra un diagrama de las áreas generadoras comprendidas en las diferentes unidades médicas y laboratorios del D.F., separándolas de acuerdo al tipo de residuos que se genera y a la susceptibilidad de riesgos potenciales a la salud y al medio ambiente en general.

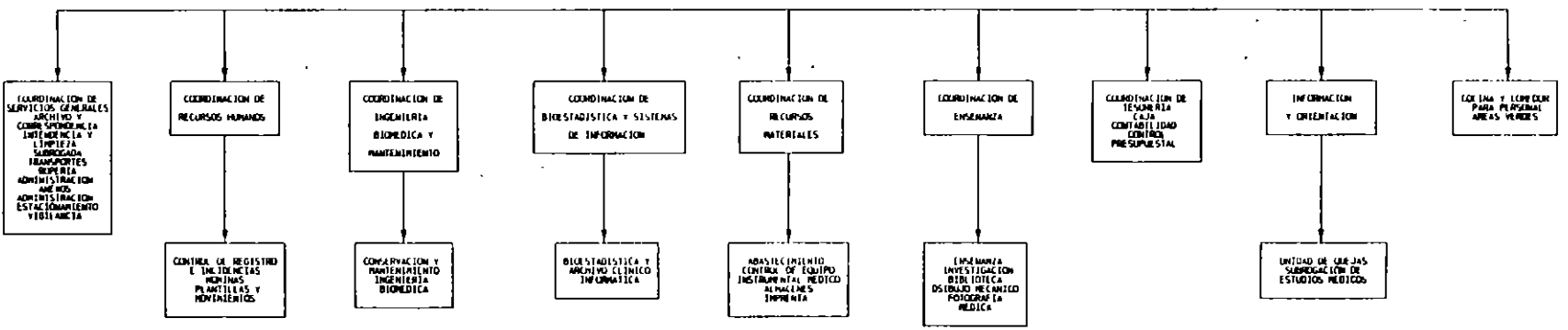
**FIGURA No. 1**

Fig. No. 1

AREAS HOSPITALARIAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS



AREAS HOSPITALARIAS GENERADORAS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS



C O R D I N A C I O N G E N E R A L

31

De manera conjunta a los estudios de generación de residuos, se realizó una serie de análisis de laboratorio a los residuos generados en unidades médicas, dado que estos implican en el corto y mediano plazo una frecuencia esperada de efectos indeseables o de riesgo, por estar contaminados y ser potencialmente dañinos a la salud.

Asimismo se evaluarón los siguientes parámetros: humedad, azufre, nitrógeno total, cenizas, materia orgánica y poder calorífico. En la tabla 7 se muestra la serie de valores obtenidos de las diversas áreas muestreadas en las clínicas.

<b>COMPONENTES FISICO.QUIMICOS</b>	<b>UNIDADES MEDICAS</b>
CARBONO %	52.60
HIDROGENO %	60.5
OXIGENO %	31.18
NITROGENO %	1.06
MATERIA ORGANICA %	90.97
AZUFRE %	--
HUMEDAD %	57.81
CENIZAS %	12.67
PODER CALORIFICO %	2,617.60

**TABLA 7**

#### **1.4 Problemática en el Manejo de los Residuos Hospitalarios**

Dado que en México no existe un marco legislativo y normativo bien estructurado en materia de residuos biomédicos, es de suma importancia poner interés en las etapas del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos generados en unidades médicas, ámbito en el que inclusive se carece de normas para la disposición de este tipo de residuos.

En la figura 2 se muestra un marco legal esquemático referente al control de residuos generados en unidades médicas hospitalarias. Donde se hacen patentes ciertos comentarios relevantes sobre dicho marco legal.

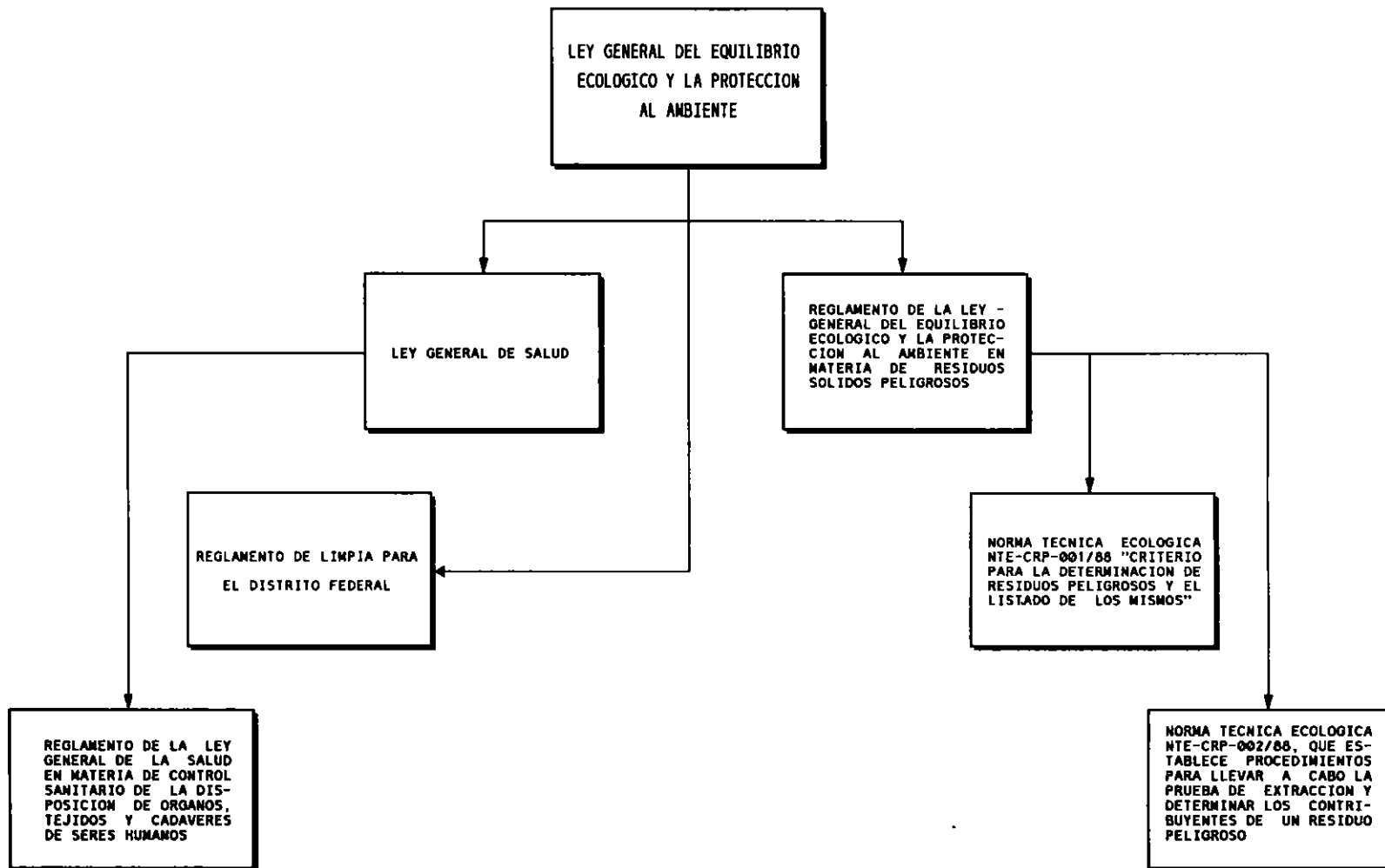


Fig. No. 2 MARCO LEGAL NORMATIVO REFERENTE AL CONTROL DE RESIDUOS GENERADOS EN UNIDADES HOSPITALARIAS

## **1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

- \* Define el concepto de residuos peligrosos.
- \* Define a los residuos biológico-infecciosos como residuos peligrosos.
- \* Indica que la regulación de las actividades relacionadas con los residuos peligrosos, son competencia de la federación.
- \* Establece que la extinta SEDUE hoy SEDESOL en coordinación con la Secretaría de Salud, elaboren las Normas Técnicas Ecológicas para la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos generados en unidades médicas. Para el Distrito Federal, esta coordinación deberá llevarse a cabo entre la C.G.R.U.P.E. y la Secretaría de Salud, según acuerdo publicado en 1989, donde se delega a dicha coordinación, la facultad de aplicar la ley y sus reglamentos en el territorio del D.F.
- \* Indica que la extinta SEDUE es la única autorizada a expedir normas técnicas ecológicas para el manejo de los residuos peligrosos, y que los residuos infecciosos deberán ajustarse a esta normatividad.
- \* Define que la extinta SEDUE será la encargada de autorizar la instalación y la operación de incineradores para residuos peligrosos. Por otro lado publicó una lista de residuos peligrosos, dentro de la cual no se contempla a los residuos infecciosos. El único camino para la autorización y operación de un incinerador, es a través de manifiestos tipo para el manejo de residuos peligrosos. Por tanto, todos los hospitales que generan estos residuos deberán hacer la declaración de tales manifiestos.

## **II. REGLAMENTOS PARA EL SERVICIO DE LIMPIA DEL DISTRITO FEDERAL.**

- \* Indica que el D.D.F., será el responsable de la vigilancia de cualquier incinerador ubicado en hospitales, clínicas, sanatorios, consultorios médicos, mercados y establecimientos públicos que lo requieran, siempre y cuando la estinta SEDUE lo haya autorizado; tanto para su instalación como para su operación, habiendo establecido previamente el requerimiento a través de los manifiestos para el manejo de residuos peligrosos.
- \* Indica que el D.D.F., es quien dará autorización para llevar a cabo actividades de reciclamiento, amén de que estará facultado para supervisar y por ende suspender alguna concesión, si se tiene el riesgo de deteriorar la salud pública o afectar el ambiente.

## **III. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE CONTROL SANITARIO DE LA DISPOSICION DE ORGANOS, TEJIDOS, PRODUCTOS Y CADAVERES DE SERES HUMANOS.**

- \* Unicamente indica que considera a la incineración como una opción para la destrucción de órganos, tejidos, productos y cadáveres de seres humanos, es decir, residuos peligrosos.

No obstante cabe señalar que de acuerdo a lo descrito en "Las consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina" (OPS/OMS, 1991) y en específico en los aspectos relevantes a ser abordados por la legislación y reglamentación, es importante considerar los siguientes puntos para los aspectos normativos en México.

- \* Establecimiento de normas para el control de los riesgos sanitarios, ambientales y ocupacionales derivados del manejo de residuos biomédicos, en especial de aquellos que por su peligrosidad requieren de un manejo especial.
- \* Establecimiento de incentivos para lograr disminuir la generación de desechos y promocionar la recuperación y el reciclado de materiales, sin riesgo para la salud del personal de servicio,



población hospitalaria y comunidad en general.

- \* Normalización de los requisitos en cada una de las alternativas técnicas aplicables al manejo de los residuos hospitalarios.
- \* Establecimiento de un sistema tarifario en relación con los servicios prestados.
- \* Establecimiento de un sistema eficaz de vigilancia y control del manejo sanitario de los residuos hospitalarios.

## **II. MANEJO INTERNO Y EXTERNO DE LOS RESIDUOS.**

### **2.1 Clasificación de residuos**

Los residuos generados en las unidades médicas se caracterizan por su heterogeneidad. Los desechos hospitalarios pueden clasificarse de diferentes maneras según el sitio de generación, combustibilidad, carácter orgánico, composición o peligrosidad. En México no existe una clasificación oficial de estos residuos por lo que frecuentemente se encuentran en diferentes clasificaciones en diversos estudios o referencias bibliográficas.

En Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA), ha establecido y publicado una guía para el manejo de desechos infecciosos, en la que se analiza tanto el manejo como el tratamiento que deben recibir los residuos, estableciendo una clasificación de los mismos de acuerdo a su naturaleza y riesgos que representan.

La clasificación recomendada por la EPA incluye 6 tipos de residuos infecciosos:

- de aislamiento,
- cultivos y cepas de agentes infecciosos y biológicos asociados,
- sangre humana y productos de la sangre,

- patológicos,
- punzocortantes contaminados,
- cadáveres, restos y desechos animales.

Adicionalmente se considera la existencia de residuos contaminados misceláneos que incluyen:

- Desechos de cirugías y autopsias
- residuos de laboratorio
- residuos de unidades de diálisis
- equipo contaminado

Es necesario proporcionar información y capacitación al personal médico, paramédico, auxiliar, de intendencia y público en general, para que todos participen en forma oportuna y correcta canalizando los residuos, inmediatamente después de su generación, hacia los sitios previamente seleccionados. De ello depende que tanto los residuos no peligrosos, como los peligrosos reciban el manejo y tratamiento apropiado antes de efectuar su disposición final, con lo que se evitaría mezclarlos y hacerlos susceptibles de riesgo y por ende convertirlos todos en residuos peligrosos e infecciosos.

	TIPO DE RESIDUOS	CLASE DE RESIDUOS
SERVICIOS GENERALES, RECURSOS HUMANOS, INGENIERIA BIOMEDICA Y MANTENIMIENTO, BIOESTADISTICA, RECURSOS MATERIALES, TESORERIA, ENSEÑANZA, INFORMACION Y ORIENTACION, COCINA, COMEDOR PARA PERSONAL Y AREAS VERDES	- RECICLABLES - RECHAZO	MUNICIPALES (NO PELIGROSOS)
ESPECIALIDADES MEDICAS, CIRUGIA, DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO, PEDIATRIA, ENFERMERIA, MEDICINA CRITICA.  DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO BANCO DE SANGRE  TODAS LAS AREAS GENERADORAS DE RESIDUOS INFECCIOSOS Y PATOLOGICOS  GINECO-OBSTETRICIA, CIRUGIA, DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO.	- INFECCIOSOS  material de curación y misceláneos  biológicos  punzocortantes  patológicos	BIOMEDICOS (PELIGROSOS)
DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO (LABORATORIO),  DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO (RADIOLOGIA, MED. NUCLEAR)  ENFERMERIA	residuos químicos  radioactivos  fármacos caducos	RESIDUOS ESPECIALES PELIGROSOS

**2.1.1. Residuos municipales (no peligrosos):** residuos generados en áreas donde no se tiene contacto con pacientes. Principalmente, áreas administrativas y de servicios generales, cuyo mantenimiento es considerado seguro y no representa peligro alguno.

La EPA (Environmental Protection Agency, de E.U.A.) no incluye estos residuos dentro de la clasificación de residuos biomédicos, porque los considera similares a los domésticos. Sin embargo, se incluyen porque deben contemplarse dentro del programa integral de manejo interno y externo de residuos generados en unidades médicas.

\* **Reciclables:** son aquellos residuos sólidos que pueden ser transformados en nuevas materias primas, que sirvan de base para la producción de otros bienes de consumo.

\* **Rechazo:** es todo aquel residuo que por no representar utilidad, beneficio o recuperabilidad, debe ser enviado a un relleno sanitario para su disposición final.

**2.1.2 Residuos biomédicos (peligrosos):** son definidos como todos los desechos en cualquier estado físico generados en cualquier unidad médica, que por sus características venenosas, biológicas, infecciosas, irritantes y tóxicas, representan un peligro para el equilibrio ecológico y salud ambiental. Estos residuos incluyen:

\* **Residuos infecciosos:** son aquellos residuos de cualquier tipo, que están contaminados o pueden estarlo con algún agente infectocontagioso. Comprenden cuatro diferentes categorías, mismas que precisan diferente manejo:

En la primera categoría se agrupan los **materiales de curación y misceláneos**. Incluye todos los materiales que hayan estado en contacto con el paciente, tales como vendas, apósitos, gasas, algodón, compresas, hisopos, equipo para venoclisis (excepto agujas), sondas, bolsas y frascos de recolección de fluidos, guantes, cubrebocas, gorros, ropa quirúrgica desechable, etc.

La segunda categoría comprende los residuos biológicos que incluyen tanto residuos microbiológicos, como líquidos corporales y heces generados en la toma de muestras de pacientes. También incluye el material generado por la experimentación con animales de laboratorio: muestras de sangre, heces y otros fluidos. Adicionalmente involucra cajas de petri desechables y cepas. Estos residuos se generan principalmente en laboratorios de diagnóstico, el banco de sangre y laboratorio de investigación y docencia.

En la tercera categoría se incluyen los **punzocortantes**: tales como agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, tijeras, hojas de bisturí y de rasurar, cristalería, etc. que hayan estado en contacto con pacientes humanos o animales durante el diagnóstico, tratamiento o investigación. También deben incluirse aquellos objetos punzocortantes que no hayan sido utilizados pero tengan que ser desechados por estar en mal estado o cuando se hayan contaminado.

La cuarta categoría comprende los residuos **patológicos**, que incluyen partes del cuerpo humano o animal, con la excepción de cabellos, uñas y dientes.

**2.1.3. RESIDUOS BIOMEDICOS ESPECIALES (PELIGROSOS).** Los residuos especiales son aquellos que por su características de composición y naturaleza requieren manejo y tratamiento especializado. Comprenden tres tipos diferentes:

- \* **Residuos radiactivos:** Estos residuos son clasificados de acuerdo a su tipo y radioactividad (WHO, 1983). Se generan en procesos donde se utilice material radioactivo, en la localización de tumores, imagenes corporales y experimentación de radioinmunoensayos. Son peligrosos porque pueden causar cáncer o defectos de nacimiento, por lo que debe evacuarse de manera especial del lugar de origen. El manejo de este tipo de residuos está a cargo de la Comisión nacional de Salvaguardas.
  
- \* **Residuos farmacéuticos:** Incluyen los fármacos caducos y/o en mal estado o contaminados que deban ser eliminados . En este caso debe seguirse un procedimiento especial mediante el cual el hospital notifique a las autoridades institucionales ( IMSS, ISSSTE, etc, según corresponda ); de salubridad ( S.S.A.) y ecología ( SEDESOL ) la existencia y cantidad del material a desechar, para que la disposición de estos productos se realice mediante vigilancia e instrucciones de las autoridades, a través de un inspector sanitario.
  
- \* **Residuos químicos:** Incluyen reactivos analíticos y sustancias utilizadas en los procesos de diagnóstico, y tratamiento de los pacientes. Para su disposición, deben seguirse las instrucciones del fabricante, mismas que deben estar en las etiquetas del recipiente que los contiene; informando la naturaleza del producto así como los riesgos que representa y recomendaciones para su adecuado manejo. Cabe señalar que en la mayoría de los casos se vierten directamente al drenaje alterando las características fisicoquímicas del agua residual.

## **MANEJO ACTUAL DE RESIDUOS EN UNIDADES MEDICAS**

En la actualidad, los residuos biomédicos no son manejados adecuadamente, la mayoría de las instituciones cuentan con procedimientos ortodoxos que impiden evitar riesgos a la salud y aprovechar íntegramente los recursos materiales, económicos y humanos. Esto ocurre en gran medida como consecuencia de los escasos recursos económicos que se asignan a las actividades relacionadas con el manejo de residuos, pues generalmente se prefiere invertir en equipo y materiales médicos que en equipo y material de limpieza necesarios para el manejo de sus residuos sólidos, pasando por alto los riesgos a los que se expone tanto al personal como al público y al ambiente. Por otro lado, hay que aceptar que otro de los factores decisivos e importantes que limitan el adecuado manejo de residuos es la mala administración que se ejerce sobre los recursos económicos, materiales y humanos.

En realidad existen muchas deficiencias y pocos aciertos en el manejo de residuos, pero no es objetivo de este estudio plantearlos, por lo que únicamente se mencionan brevemente.

En la mayoría de los hospitales no se practica la separación de residuos biomédicos y municipales, se mezclan los residuos provocando que la totalidad de ellos se contaminen y sean potencialmente peligrosos.

Sin embargo, es aún más importante y crítico el hecho de que los residuos biomédicos no reciben un tratamiento adecuado para eliminar su carácter infectocontagioso. Esto se debe a la falta de información, equipos y procesos adecuados, lo que convierte el problema en responsabilidad de muchos sectores: públicos, federal, empresarial, etc.

En términos generales, puede decirse que en cuanto al equipamiento, muchas unidades médicas no emplean los recipientes adecuados para almacenar los desechos. Algunas veces el tamaño, diseño o capacidad no son los idóneos para el volumen y tipo generado de residuos.

La limpieza y recolección de residuos está a cargo de personal que carece de la capacitación que requiere el manejo de residuos biomédicos, lo que representa un obstáculo considerable para el

adecuado manejo de residuos. En muchas unidades médicas este servicio está concesionado a empresas que, de igual manera, contratan personal eventual sin tener un programa de capacitación e información sobre la importancia de realizar adecuadamente sus labores, ni cuentan con el equipo de seguridad personal necesario para realizar estas labores que representan un riesgo.

De igual manera, también se carece de las instalaciones adecuadas para almacenamiento y tratamiento de residuos, lo que impide garantizar que el manejo de residuos sea seguro, pues no se tiene el espacio suficiente, o el diseño de los sitios de almacenamiento no es bueno, o la eficiencia de los equipos no es la óptima, etc.

Sin embargo, es importante y satisfactorio recordar que cada vez es mayor el interés por parte de las autoridades competentes y el público en general que el manejo de residuos sólidos se realice de la mejor manera posible. De esta manera, algunas unidades médicas han realizado modificaciones a los procedimientos generales, con el objetivo general de disminuir los riesgos.

La recolección es un aspecto que se atiende con prioridad en las unidades médicas. En general, los residuos no peligrosos son retirados una vez en cada turno, y los peligrosos se recogen inmediatamente después de su generación en caso de partos, cirugías, etc.

El IMSS ha realizado una propuesta de Normas y Especificaciones para el manejo de desechos en unidades médicas, en la que se plantean consideraciones acerca de los materiales, instalaciones, actividades y recursos físicos y humanos necesarios.

Es de especial importancia la manipulación y disposición de fármacos caducos. Al respecto, en el ISSSTE existe un manual de procedimientos para gestionar la disposición final de los bienes de consumo caducos y/o en mal estado, mediante el cual se da a conocer a las autoridades el tipo de producto a desechar para que éstas determinen y certifiquen, a través de un inspector sanitario, el adecuado tratamiento y disposición final.

Cabe mencionar que anteriormente el hospital militar utilizaba el sistema de ductos de gravedad para la remoción de los recipientes del área de generación y su traslado al área de

almacenamiento. Existen cuatro ductos que no se emplean desde hace varios años debido a los malos olores e insalubridad que ocasionaban.

Es importante que se introduzca un sistema de transporte primario efectivo en los hospitales, dado que en mucho de ellos, los trabajadores tienen que viajar cargando las bolsas o los botes hasta el área de almacen. En el hospital militar se utilizan carritos tipo supermercado con buenos resultados, pero lo ideal es que se adopte un sistema de carritos colectores con un diseño especial para el transporte de residuos biomédicos.

La disposición final y transporte de residuos merece una mejor atención de la que actualmente se le está concediendo, pues además de presentar los riesgos que se han mencionado, al no realizarse correctamente, se afecta el suelo, agua, aire y salud pública y ocupacional.

#### **2.1.4 Alternativas de manejo interno**

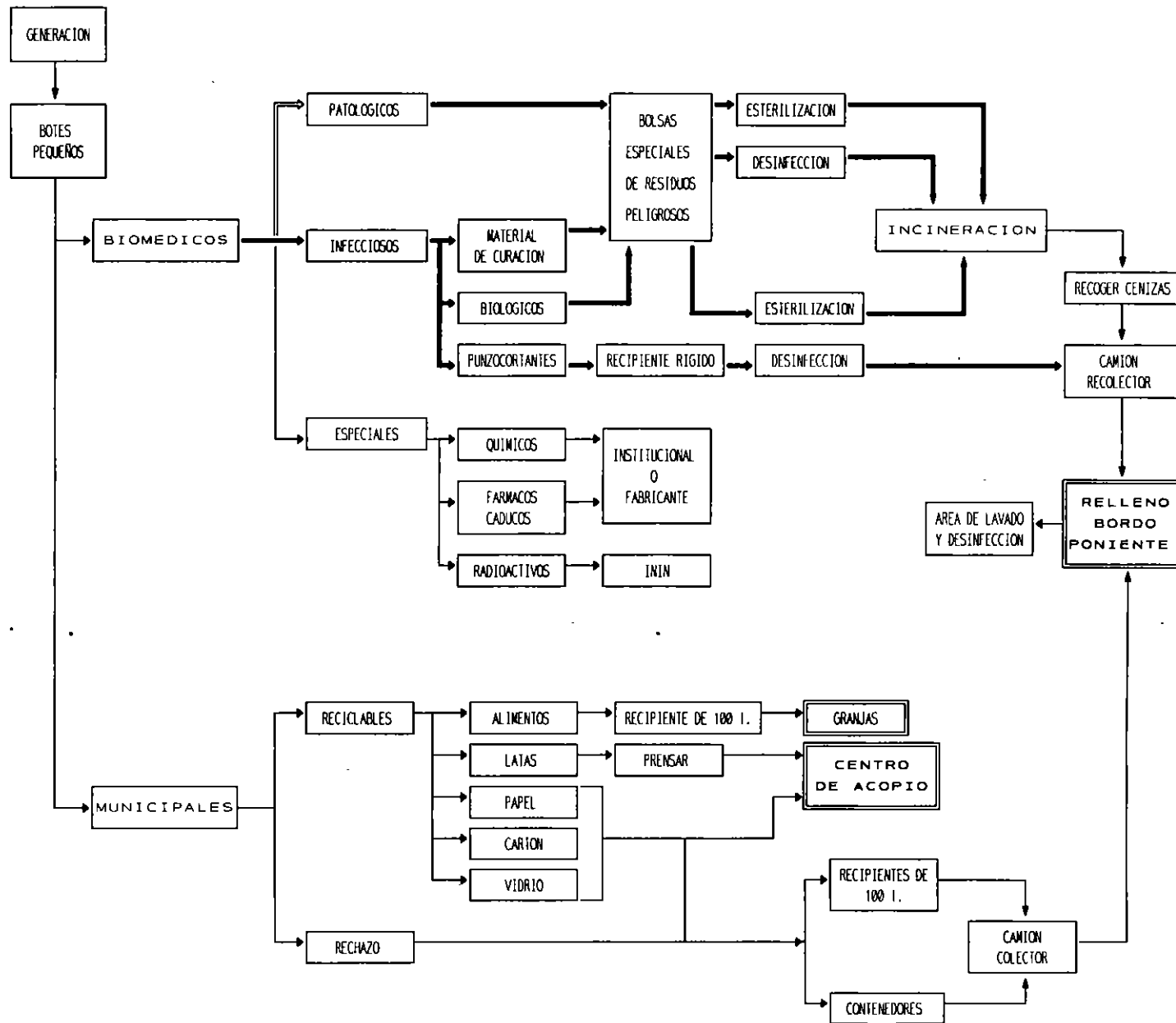
En el desarrollo del presente capítulo se han emitido diversas recomendaciones que puntualizaremos a continuación en forma de un plan general de actividades que se esquematiza en la **figura 3**, misma que se describe a continuación.

Se propone tres alternativas para el manejo de los residuos generados en unidades médicas. En ellas, el planteamiento es similar: se recomienda el manejo interno y externo de los residuos de manera integral. La diferencia estriba en los recursos materiales que deben asignarse a las actividades que se desarrollarán, lo que repercute en los dos aspectos más importantes a considerar para la selección de una u otra: los costos y los beneficios. Por una parte se recomiendan los materiales, y equipos más idóneos para el manejo de cada tipo de residuos generados en hospitales, obteniendo un gran beneficio porque se disminuyen los riesgos a la salud pública, ocupacional y al ambiente. Por otra parte se hace el mismo planteamiento de metodología, pero empleando materiales más accesibles económicamente, con lo que se disminuye el costo, pero también el beneficio.



Fig. No. 3

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS



93

De esta manera, las alternativas pueden examinarse en base a los costos y beneficios que conlleva su instauración, para que cada hospital adopte la que consider más adecuada.

Se pretende plantear metodologías que sean congruentes con la realidad social, económica, política, cultural y tecnológica del país, considerando la situación actual del medio ambiente, el deterioro que presenta y, sobre todo, aquellas medidas que minimicen y controlen las acciones que afectan al medio y a la salud en general.

Los planteamientos elaborados de esta manera, podrán ser implementados permanentemente, no como algunos que se han realizado en numerosas ocasiones y que por los elevados costos de operación y mantenimiento son prohibitivos y han tenido que ser abandonados.

Todas las personas que entran a una unidad médica son generadoras potenciales o reales de residuos, aunque la producción de desechos no es igual para los diferentes grupos: cuerpo médico, pacientes, visitas, personal administrativo.

En todo el hospital deben distribuirse recipientes para recolección de residuos, adecuados para el tipo y volumen que se genere en cada área.

Las características de los recipientes podrán variar. Estos recipientes serán utilizados para depositar la basura conforme se vaya generando.

El personal de limpieza asignado recolectará la basura de los botes, junto con la que se genere o recolecte como producto de las actividades propias de limpieza y barrido.

Es necesario enfatizar la necesidad de establecer una correcta clasificación de los residuos desde el momento de su generación, pues de ello depende el manejo posterior. Sin embargo, se sabe que es difícil realizar la separación de residuos en el lugar de origen, sobre todo si no se cuenta con la colaboración de la población generadora y el personal de limpieza. De aquí que sean necesarias las campañas de concientización y capacitación del personal.

Inicialmente deben separarse los residuos no peligrosos de los peligrosos. Algunas áreas producirán únicamente un tipo de residuos, por ejemplo, los pasillos, salas de espera y algunos almacenes solamente generan residuos no peligrosos. Pero en otros sitios se producen ambos tipos de residuos. Por ejemplo, en consulta externa aparentemente los residuos son no peligrosos, pero dada la posibilidad de inyección y el empleo de abatelenguas, algunos residuos deben considerarse peligrosos. En medicina preventiva la mayoría de los residuos serán peligrosos por la aplicación de vacunas, inyecciones, toma de muestras, etc., pero también se producen residuos no peligrosos.

Los residuos peligrosos quedan comprendidos en dos grandes grupos: infecciosos y especiales. Cada uno debe manejarse de diferente forma.

Cabe señalar que es importante que durante la recolección de este tipo de desechos, todos los recipientes tengan bolsas especiales para residuos peligrosos y no se mezcle el contenido de diferentes bolsas, es decir, conforme se retiren las bolsas de los botes, deben amarrarse y colocarse en el compartimiento especial del carrito recolector.

Los residuos infecciosos se subdividen en: 1) material de curación y misceláneos, 2) biológicos, 3) punzocortantes y 4) patológicos. Cada grupo requiere diferente manejo y tratamiento.

Para el adecuado manejo de residuos punzocortantes, las áreas generadoras de este tipo de residuos deben disponer de recipientes rígidos exclusivos para depositar este tipo de objetos, independientemente de que se generen otros residuos peligrosos.

Con ello se evitará que el personal de limpieza y enfermería manipule directa y frecuentemente los objetos desechables punzocortantes, pero se necesita la participación del personal médico para que depositen en estos recipientes las agujas, bisturís, etc., conforme se vayan desechando.

Lo ideal sería desechar los objetos punzocortantes en los mismos recipientes que fueron recolectados, (después de una desinfectación), pero esto incrementa considerablemente los costos.

El material de los residuos biológicos que no sean desechables se introducirá en las cubetas especiales para autoclave y se esterilizarán. Después, debe lavarse colocando los medios de cultivo y todos los residuos en bolsas para residuos peligrosos para su disposición final.

Si el material es desechable, puede incinerarse directamente, sin ser esterilizado previamente, siempre y cuando el funcionamiento del incinerador sea óptimo.

El material de curación y misceláneos, debe ser depositado en las bolsas para residuos peligrosos, e incinerarse en cuanto sea posible. En caso de que tengan que ser almacenados, se deberá cuidar que no se exponga a condiciones extremas de temperatura y humedad.

Los residuos patológicos pueden manejarse de tres formas diferentes, antes de ser incinerados:

1. El método más adecuado y directo es la introducción de los desechos en las bolsas especiales para residuos biopeligrosos y su incineración inmediata. Pero como en la mayoría de los casos no es posible esta incineración inmediata, es necesario guardar temporalmente los residuos hasta que puedan incinerarse.
2. El método recomendado para su almacenamiento es la refrigeración a temperaturas menores de 4 °C, hasta que vaya a incinerarse.
3. Almacenamiento en formol al 10%, (tomando como base el formol comercial) dentro de recipientes plásticos con tapadera. Cuando vayan a incinerarse se secan los residuos, se vierten los líquidos y se incineran los residuos sólidos. El formol actúa como fijador de tejidos, evitando su descomposición.

El inconveniente de esta alternativa es la generación de líquidos residuales, que son vertidos a la red de drenaje municipal. Por ello son preferibles las primeras opciones.

Los residuos patológicos deben ser incinerados directamente, mientras que para los residuos biológicos se recomienda que se esterilicen previamente a su disposición. Los residuos

punzocortantes deben ser manejados independientemente de cualquier otro tipo de residuos, en recipientes especiales y exclusivos para ellos; éstos deberán esterilizarse o incinerarse antes de su disposición. Los materiales de curación y misceláneos deben ser esterilizados para poder ser manejados como residuos municipales.

Después de la incineración de cualquier tipo de residuos (infecciosos) deberán dejarse enfriar el equipo y las cenizas, su recolección será automática. Las cenizas deben ser depositadas en bolsas para residuos peligrosos, dentro de recipiente de 100 l y amarrarse antes de ser transportadas al relleno sanitario. Los recipientes de objetos punzocortantes serán transportados al relleno sanitario, previa desinfectación.

Los residuos no peligrosos de rechazo deben introducirse en bolsas separadas para disponerse en los contenedores de la estación central. Los residuos de reciclaje deben separarse por subproductos: vidrio, cartón, papel, lata, vidrio alimentos, empleando bolsas o embalajes adecuados para cada tipo.

En la estación central pueden o no dependiendo el caso, destinarse áreas y/o recipientes especiales para los diferentes tipos de subproductos. El vidrio debe romperse y almacenarse en botes de 50 o 100 l. El papel y cartón deben amarrarse por separado para así ser vendidos, las latas deben prensarse y almacenarse en recipientes de 100 l. Los alimentos pueden almacenarse en recipientes de 100 l, con tapadera.

La recolección de estos residuos deben realizarse una o dos veces por turno, dependiendo de la cantidad y volumen generado, el número de personas destinadas a ello, y del área de limpieza.

El tipo de recipientes variará según el tipo de residuos que vaya a contener. Solamente hay que enfatizar en la necesidad de eliminar los tambos de 200 l y la correcta identificación de recipientes y contenedores según el tipo de residuos que vayan a depositar.

Se ha implementado una serie de instrucciones y recomendaciones para cada etapa del proceso global, y se han desarrollado diversos tratamientos para disminuir los riesgos que representan los

residuos peligrosos.

## **2.3 MANEJO EXTERNO**

El objetivo fundamental de la etapa de manejo externo de residuos hospitalarios es desalojar los residuos de la estación central y canalizarlos adecuadamente al relleno sanitario. esta etapa comprende actividades de recolección de residuos en la estación central de almacenamiento, así como su transporte y disposición final.

### **2.3.1 Recolección**

La Dirección General de Servicios Urbanos ha establecido un programa de recolección de residuos hospitalarios que funciona mediante el sistema de contenedores. Pero, como se mencionó anteriormente, no es conveniente manejar los residuos peligrosos en contenedores, por los riesgos que representa dada la posibilidad de que las bolsas con residuos se revienten al voltear el contenedor en el camión recolector.

Los residuos se irán clasificando a lo largo del manejo interno que reciban, de tal manera que en la estación central se encontrarán separados los diferentes tipos de subproductos, mismos que recibirán un manejo diferente en la estación central.

Para garantizar la eficiencia de la recolección, es importante que los residuos o subproductos se entreguen debidamente empacados y etiquetados. El embalaje variará según el tipo de residuos.

Los residuos de reciclaje podrán entregarse al camión colector o bien concentrarlos en centros de acopio por parte de las instituciones para su venta. De acuerdo al tipo de subproducto: el cartón, plástico, papel y periódico deben ser amarrados en pacas que sean manejables. Las latas deben ser entregadas prensadas y con el embalaje adecuado. El vidrio debe ser triturado y entregado en tambos de 100 l. Los residuos alimenticios deberán entregarse en tambos de 100 l.

Se cuidará que todos los recipientes porten tapadera o sean cubiertos correctamente. Ningún recipiente deberá portar residuos que sobrepasen su capacidad y todos deben ser etiquetados.

Los residuos biomédicos peligrosos deben entregarse independientemente de los inocuos, con señalamientos precisos del tipo de residuo; fecha y área de generación. Las bolsas que los contengan deben estar amarradas. Estas podrán entregarse sueltas o en cajas de cartón.

En caso de ser necesario transportar residuos peligrosos al incinerador de algún otro hospital, éstos se deben entregar como se indicó en el párrafo anterior. Para tal efecto pueden utilizarse como recipientes para el transporte, los gabinetes del carrito. Estos residuos deben permanecer en refrigeración hasta que sean recogidos para transportarse al sitio de tratamiento.

En la estación central de almacenamiento se realizarán actividades de separación de residuos y acondicionamiento de los mismos (prensar, amarrar, triturar, etc.), por lo que se considera necesario que se adscriba a una persona (al menos) como encargada de la operación de la estación central en general, así como del control y registro de los volúmenes generados de residuos peligrosos, no peligrosos y entrega de residuos al camión recolector.

### **2.3.2 Transporte**

Actualmente el transporte y la disposición final de los residuos hospitalarios se realiza en tres maneras:

1. Mediante el servicio municipal de limpia por parte de las Delegaciones, sin separación alguna, mezclando los residuos hospitalarios con los domésticos, en los vehículos recolectores de las delegaciones. Esto es inadecuado puesto que se incrementan considerablemente los riesgos a la salud en general.
2. A través de transportistas particulares, en vehículos abiertos, sin rutas establecidas y depositándolos en el relleno Sanitario o inclusive en tiraderos a cielo abierto, por ello es necesaria la regularización de las concesiones a particulares del servicio de transporte, de

modo que se garantice el empleo de equipo y metodologías apropiadas.

3. Con vehículos de carga lateral cerrados de la D.G.S.U. con capacidad de 12 m<sup>3</sup>, con rutas y horarios establecidos mediante el programa de contenedores. Donde hasta 1988, los residuos hospitalarios eran transportados a los sitios de disposición final del D.D.F., utilizando inclusive el sistema de transferencia. No existía un método específico y no se diferencia su vertido al no depositarlo en un área especial. (D.D.F., 1991).

Este servicio no es suficiente: atiende a una pequeña parte de los hospitales de la ciudad de México (78 de un total de 686); cubre en su totalidad las unidades médicas del D.D.F. y se atienden de forma parcial a otras instituciones como IMSS, ISSSTE, SSA, PEMEX y algunos particulares.

Sin embargo, ninguna de estas alternativas es adecuada, debido al empleo de contenedores para residuos peligrosos. Se considera que lo más conveniente es establecer un sistema de transporte que reciba y traslade separadamente los residuos peligrosos de los no peligrosos, ya sea un camión con diferentes compartimientos, o diferentes camiones para cada tipo de residuo.

El vehículo será especial de preferencia cerrado y de fácil desinfección que en ningún caso se podrá utilizar para transporte de personas, alimentos, ropas, medicamentos o algunos otros productos misceláneos. Dado que los residuos a manejar comprenden desde desechos de áreas de aislamiento, desechos de cultivos y agentes etiológicos, sangre y productos de la sangre, desechos patológicos, desechos de cirugías y, desechos contaminados de los laboratorios, punzocortantes contaminados, desechos de las unidades de diálisis, desechos biológicos desechables, entre otros. Lo que implicaría un riesgo potencial para la salud humana.

Los residuos peligrosos serán trasladados, después de su tratamiento (incineración, esterilización, etc.) al relleno sanitario de Bordo Poniente. Serán depositados en la celda especial para tal fin y de acuerdo al procedimiento descrito en el capítulo V.

Las bolsas clasificadas deben acomodarse dentro del vehículo o caja contenedora, para evitar su



ruptura, y NO deben permanecer más de 24 horas en el vehículo.

Debe establecerse un programa de monitoreo de los vehículos recolectores, para vigilar que se transporte únicamente el tipo de residuo autorizado, las condiciones generales de las unidades y las rutas establecidas.

### **2.3.3 Disposición final**

La totalidad de los residuos sólidos rechazados generados en el hospital serán transportados a un relleno sanitario. Los residuos municipales se depositarán en caldas comunes, pero los residuos biomédicos se disponen en celdas especiales operadas por la D.G.S.U.

La etapa de disposición final es la que representa el mayor riesgo debido a la carencia de métodos adecuados que permitan un confinamiento seguro. En esta etapa cobra su importancia nuevamente la adecuada separación de residuos peligrosos y no peligrosos, puesto que su mezcla puede desencadenar reacciones de incompatibilidad o, por otro lado, incrementar sustancialmente el volumen de residuos peligrosos, con lo que se reduciría la vida útil de las celdas especiales del relleno sanitario.

Actualmente, la Dirección General de Servicios Urbanos ha establecido un procedimiento que permite disponer los residuos hospitalarios en celdas especiales de los rellenos sanitarios operados por esta dependencia, con el objetivo de disminuir con esta acción los riesgos de infección y/o intoxicaciones a los operadores y/o a la población en general.

## **2.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PLAN DE CONTINGENCIA**

Es necesario considerar medidas de seguridad, así como un plan de contingencia ante posibles imponderables que puedan suscitarse durante el desarrollo de las diferentes actividades vinculadas con el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos, dado que esto permitiría tomar decisiones adecuadas en caso de algún accidente que impida, retrase o altere dichas actividades.

## TRATAMIENTO

- \* En el caso de los incineradores se realiza un programa de monitoreo y control sobre las emisiones a la atmósfera, aguas residuales y cenizas, de acuerdo a la normatividad de SEDESOL.
- \* Debe implementarse un programa de monitoreo microbiológico en los sistemas de tratamiento, que garantice el funcionamiento óptimo de las autoclaves, incinerador, etc.; por ejemplo, con cepas de Bacillus subtilis.
- \* Se contará con un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo para los equipos utilizados en los diferentes sistemas de tratamiento de los residuos peligrosos.
- \* Debe etiquetarse correctamente todo el material peligroso indicando el tipo de tratamiento que debe recibir, para que se transporte al lugar adecuado.
- \* Los residuos se deben transportar en recipientes con dimensiones, formas y materiales adecuados, para evitar algún derrame o escurrimiento, así como aerotransportación de agentes infecciosos y evitar la exposición de los operarios al residuo.
- \* El equipo de incineración y esterilización debe ser manejado exclusivamente por personal capacitado.

## ALMACENAMIENTO

- \* Debe implementarse un programa de control de fauna nociva.
- \* En la estación central de almacenamiento se deberá contar con el número y organización adecuada de recipientes, de tal manera que los subproductos reciclables puedan ser fácilmente depositados en el lugar correspondiente sin que esto requiera tiempo y espacio excesivos.

## TRANSPORTE

- \* Debe disponerse de camiones de repuesto, para que sustituyan a aquellos que estén en mantenimiento, o se descompongan.
- \* En el caso de que el camión colector de residuos se descomponga cuando ya haya iniciado su recorrido, un camión de repuesto debe acudir en auxilio de la unidad descompuesta. Debe vaciarse el contenido del camión averiado en el camión de repuesto, procurando disminuir al máximo cualquier posible riesgo de salud. Posteriormente, el camión de repuesto proseguirá la ruta que debía ser cubierta por el camión original. En caso de que en esos momentos no hay algún camión de repuesto disponible, será necesario un reajuste en las rutas de los camiones en servicio, de tal manera que los camiones de las rutas más cercanas a la ruta sin servicio sufraguen el transporte de residuos correspondiente al camión fuera de servicio. En caso de que esto no sea posible, se debe auxiliar a la ruta dañada con la más cercana a ésta, quizás por tramos o en diferentes horario.
- \* Se debe contar con servicio de apoyo mecánico y grúa para los camiones descompuestos en vialidades. De igual manera, para disminuir la posibilidad de estos problemas, se deberá implementar un programa de vigilancia y mantenimiento preventivo de los vehículos.

En estos casos ocasionales de descompostura, el hospital militar se ha visto en la necesidad de incinerar el total de residuos, es decir, tanto los peligrosos como los no peligrosos para evitar su acumulamiento, proliferación de fauna nociva y condiciones de insalubridas.

- \* En algunos casos especiales y urgentes, podrá emplearse algún otro camión de carga de capacidad adecuada, mismo que deberá ser lavado y desinfectado después de su uso para residuos. Por ningún motivo ha de emplearse un camión que transporte personal. El lavado podrá efectuarse en el estacionamiento del hospital, cerca del drenaje, empleando jabón y agua.
- \* En caso de choque o volteo debe comunicarse inmediatamente el accidente a la unidad

médica correspondiente y a la base de comunicación y control de los vehículos. Deben modificarse las rutas de los camiones en servicio, con la finalidad de dejar disponible un camión que se dirija al lugar del camión en problemas.

- \* Cuando algún accidente provoque el derrame de los desechos sobre las vías públicas, ésta deberá recogerse lo antes posible con palas y depositarse directamente en el camión que la llevará a su destino final, cuidando de no dejar ningún residuo en el lugar del accidente. Se debe evitar el acceso a toda persona no preparada para estos casos. Si los desechos derramados son residuos peligrosos, se deben tomar medidas adicionales para desinfectar la zona. Para los lixiviados debe utilizarse arena o algún material absorbente que impida la expansión del derrame.
- \* Después de un accidente, deben rendirse informes descriptivos del suceso, con la finalidad de poder evaluar los errores y evitar su repetición.
- \* En cualquier tipo de accidente deberá ser prioritario emprender las medidas necesarias por protección al ambiente y a la ciudadanía en general, mediante el despeje del área del accidente y la rápida recuperación de los residuos dispersos.
- \* Cuando no se pueda prestar el servicio de recolección, debe avisarse a los hospitales de las tardanzas del servicio a fin de que se generen los mecanismos internos más adecuados para su almacenamiento, para evitar condiciones insalubres.
- \* Si el camión descompuesto lleva carga, deberá enviarse un camión de la capacidad correspondiente al volumen de los desechos del camión para transferir los residuos lo antes posible.
- \* Se deberá diseñar rutas alternativas en caso de tráfico o congestionamiento.
- \* La velocidad de tránsito podrá variar de acuerdo a los señalamientos de Tránsito, pero no debe exceder 80 km/h.

- \* Debe establecerse un horario de recolección, que dependerá de las rutas determinadas.
- \* Se llevará un registro de los residuos transportados de cada hospital. De ser posible se estandarizará la unidad (volumen, peso, # de contenedores, etc.).
- \* El personal está obligado a seguir las rutas preestablecidas. En caso de maniobras, accidentes o algún problema que impida el tránsito, se optará por las calles próximas paralelas.
- \* Los camiones deben estar equipados con sistema de radio para que exista comunicación entre ellos y/o con una base donde se tenga control sobre ellos, para que puedan auxiliarse en las tareas cotidianas y, especialmente, en caso de accidentes.

### GENERALES

- \* Se debe implementar un programa de capacitación del personal que contemple las medidas de seguridad e higiene necesarias en cada una de las etapas del manejo, tratamiento, almacenamiento, transporte y disposición de residuos.
- \* El personal debe cumplir con las recomendaciones de seguridad e higiene.
- \* Debe establecerse un programa de servicio médico al personal involucrado en el manejo, tratamiento y transporte de residuos sólidos hospitalarios, ya que su labor representa riesgo a la salud.
- \* El personal involucrado en la recolección, manejo, transporte y disposición de residuos deberá asearse después de terminar sus labores.
- \* La ropa de los empleados encargados del manejo de residuos debe lavarse independientemente de aquella de pacientes y camas.
- \* Deben existir restricciones para el acceso de personas no autorizadas a las áreas de generación de residuos peligrosos y a la estación central de almacenamiento.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS**

**MÓDULO II:**

**CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS**

**MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS ( FUENTES,  
IDENTIFICACION, SEPARACION, ENVASADO, RECOLECCION Y TRANSPORTE  
EXTERNO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL )**

**ING. PAULA NOREÑA**

**AMCRÉSPAC**

**ORDENAMIENTOS LEGALES VIGENTES Y  
CORRESPONSABILIDAD SECTORIAL EN EL MANEJO  
DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS  
BIOLOGICO INFECCIOSOS**

<p>LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE</p>	<p>COMPETENCIA FEDERAL EN MATERIA DE RPBI A LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA <b>SEMARyP</b></p>
<p>REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS</p>	<p>COMPETENCIA FEDERAL DE LA SEMARyP DEL SEGUIMIENTO DE LOS ORDENAMIENTOS LEGALES VIGENTES</p> <p>EL ARTICULO 5° ESTABLECE ESTABLECE QUE EL RESPONSABLE DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y CUMPLIMIENTO DE LOS ORDENAMIENTOS ES EL <b>GENERADOR</b></p>
<p>REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS</p>	<p>COMPETENCIA FEDERAL DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES SCT, TODO LO RELACIONADO CON EL TRANSPORTE TERRESTRE DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO INFECCIOSOS.</p> <p>NO HAY NOM ESPECIFICA RELATIVA AL TRANSPORTE DE LOS RPBI</p>

<p>CODIGO DE CLASIFICACION  CRETIB RESIDUOS  PELIGROSOS  BIOLOGICO  INFECCIOSOS  <b>RPBI</b></p>	<p>Residuo de cultivo y cepas de  agentes infecciosos  Residuos Patológicos  Residuos No Anatómicos de  unidades de pacientes  Residuos de objetos  punzocortantes usados  Residuos infecciosos  misceláneos como: materiales  de curación y alimentos de  enfermos contagiosos</p>
<p>RPBI (PNOM - 087 )</p>	<p>El que contiene bacterias, virus u  otros microorganismos con  capacidad de causar infección o  que contiene toxinas producidas  por microorganismos que causan  efectos nocivos a seres vivos y al  ambiente, que se genera en  establecimientos que presten  atención médica, tales como  hospitales y consultorios  médicos, así como laboratorios  clínicos laboratorios de  producción de biológicos, de  enseñanza y de investigación,  tanto humanos como  veterinarios.</p>
<p>CLASIFICACION DE RPBI</p>	<p>Infecciosos  Punzocortantes  Patológicos</p>
<p>MANEJO DE RPBI</p>	<p>Identificación  Envasado  Recolección y Transporte interno  Almacenamiento temporal  Recolección y transporte externo</p>



## GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO INFECCIOSOS POR FUENTES

FUENTES	INFECCIOSOS	PUNZOCORTANTES	PATOLOGICOS
HOSPITALES			
CONSULTORIOS MEDICOS			
CLINICAS Y CENTROS DE SALUD			
LABORATORIOS CLINICOS			
LABORATORIOS PATOLOGICOS			
LABORATORIOS PRODUCCION			
LABORATORIOS INVESTIGACION			
VETERINARIAS			
ODONTOLOGIA			

**NOM-087-ECOL/1994  
REVISION GENERAL**

<b>CAMPO DE APLICACION</b>	Establecimientos que presten atención médica
<b>DEFINICIONES</b>	RPBI-EI que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente
<b>CLASIFICACION</b>	Sangre, Materiales, Cultivos, <b>Patológicos</b> , Muestras, Cadáveres o partes, Equipos y objetos, Punzocortantes
<b>MANEJO</b>	Identificación, Envasado, Recolección y Transporte interno, Almacenamiento temporal, Recolección y Transporte externo, Tratamiento y Disposición final
<b>INCINERACION</b>	Generales, registro, riesgos, personal, monitoreo, <b>emisiones a la atmósfera</b> , <b>cenizas</b> , certificación
<b>ESTERILIZACION</b>	Generales, parámetros iniciales de operación, monitoreo, registro, disposición final: <b>irreconocibles</b>
<b>DISPOSICION FINAL</b>	<b>Celda especial</b> Selección del sitio, construcción de la celda, operación, monitoreo y control
<b>VIGILANCIA</b>	PROFEPA SECRETARIA DE SALUD ESTADOS Y MUNICIPIOS
<b>VIGENCIA</b>	90 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación <b>Plazos</b> para operación de las celdas especiales

**SIMBOLO UNIVERSAL PARA RESIDUOS PELIGROSOS  
BIOLOGICO-INFECCIOSOS**



oh

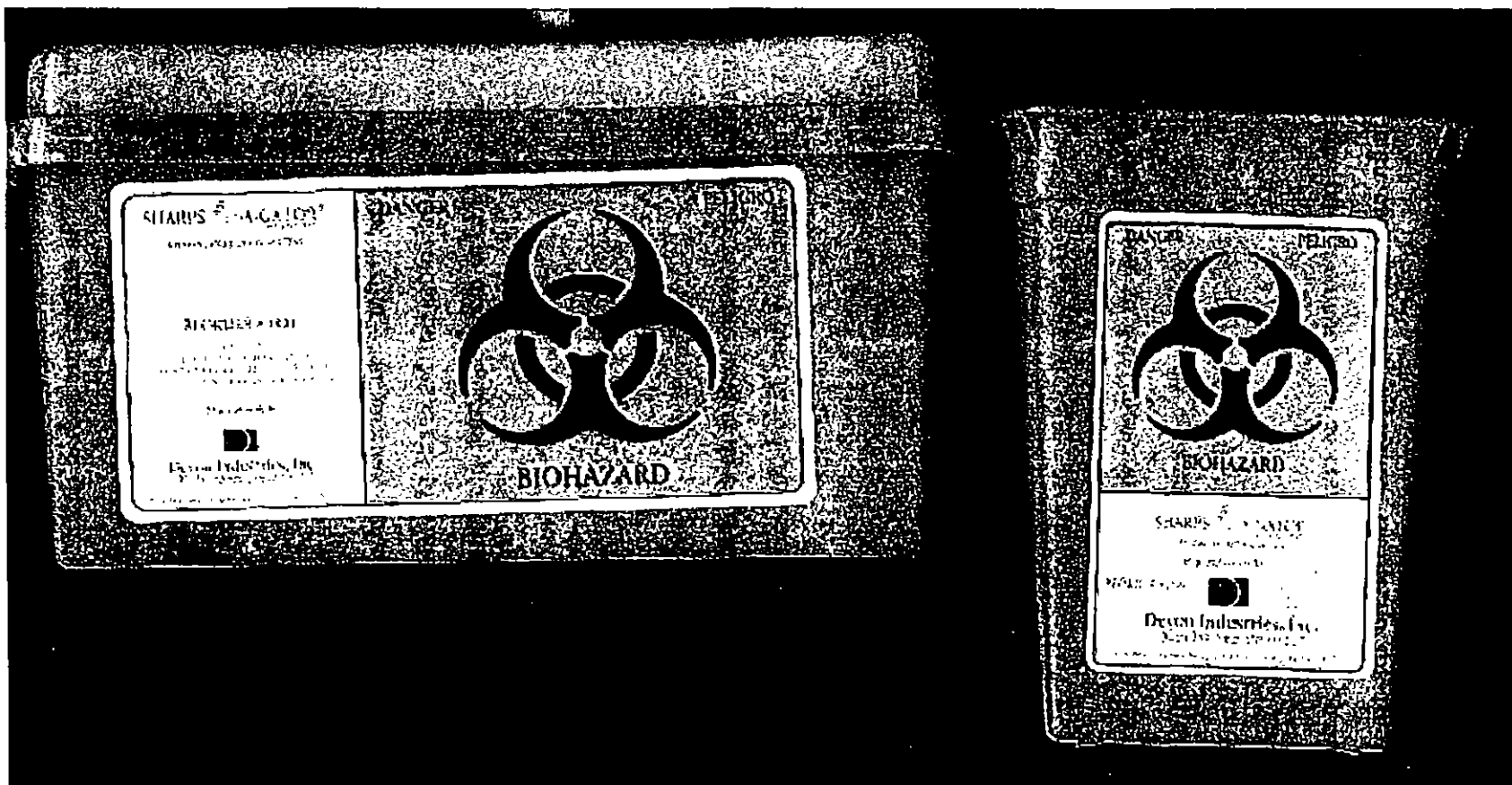
¡P E L I G R O  
RESIDUOS  
BIOLOGICO-INFECCIOSOS!



## ESPECIFICACIONES PARA EL ENVASADO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	CODIGO DE COLORES
SANGRE; CULTIVOS Y MUESTRAS ALMACENADAS DE AGENTES INFECCIOSOS; Y RESIDUOS NO ANATOMICOS DERIVADOS DE LA ATENCION A PACIENTES Y DE LOS LABORATORIOS	RESIDUOS	BOLSAS DE PLASTICO PLASTICO CALIBRE 200	ROJO
	RESIDUOS LIQUIDOS	RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O PLASTICO	ROJO
PUNZOCORTANTES	RESIDUOS SOLIDOS	RECIPIENTE RIGIDO DE METAL O DE PLASTICO	ROJO
PATOLOGICOS	RESIDUOS SOLIDOS RESIDUOS LIQUIDOS	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 300 RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O DE PLASTICO	AMARILLO AMARILLO

# RECIPIENTES DE PLASTICO RIGIDO PARA PUNZOCORTANTES



## **IMPACTO SOBRE LOS GENERADORES**

Seguimiento general sobre el manejo de los residuos peligrosos biológico infecciosos; son los responsables

En el establecimiento:

- Identificación
- Envasado
- Recolección y transporte interno
- Almacenamiento temporal

## **IMPACTO SOBRE LOS TRANSPORTADORES**

Recolección y transporte externo

- Envasado y Etiquetado
- Recolección clasificada
- Sistemas mecánicos

Transporte sin compactación y mezcla de los residuos

## COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

INCINERACION	ESTERILIZACION	CELDA ESPECIAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación compleja</li> <li>• Tratamiento de patológicos</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• Emisiones a la Atmósfera</li> <li>• Cenizas</li> <li>• Registros</li> <li>• Costos de inversión, operación y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación sencilla</li> <li>• Generación de vapor</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Registros</li> <li>• Monitoreo</li> <li>• No patológicos</li> <li>• Trituración y compactación para la disposición final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sin tratamiento</li> <li>• Operación sencilla</li> <li>• Plazos acotados</li> <li>• Tecnología simple y accesible</li> </ul>



# **INSTRUMENTACION DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO INFECCIOSOS**

- **CONCEPCION INTEGRAL DEL SISTEMA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO INFECCIOSOS**
- **DESARROLLO DE SISTEMAS APROPIADOS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO**
- **COMPROMISO DE LOS ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTAN ATENCION MEDICA PARA LA IMPLANTACION DEL PROGRAMA INTEGRAL**
- **CAPACITACION TECNICA Y PROFESIONAL; DESARROLLO TECNOLOGICO**
- **SEGUIMIENTO Y CONTROL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL PARA EL EXITO DEL PROGRAMA INTEGRAL**



**LAB SAFETY  
SUPPLY**

September 1994

## General Safety Catalog

Order by Phone:

**1-800-356-0783**

Order by Fax:

**1-800-543-9910**

Safety TechLine™

**1-800-356-2501**

**INSIDE—HUNDREDS OF NEW  
SAFETY PRODUCTS!**

**FREE! EZ FACTS™ DOCUMENT SERVICE**  
Safety Info from Your Fax Machine—Pages 6-7

**RUSH DELIVERY AVAILABLE**  
Safety Emergency? Choose **SAFETYEXPRESS™**—Details, page 3

Printed in the U.S.A.  
©1994 Lab Safety Supply Inc. YA

# Reduce the Threat of Infectious Wastes in Your Workplace

Infectious wastes pose a serious threat to everyone in your workplace. That's why it's more important than ever to protect your employees and bring your facility into compliance with OSHA's Bloodborne Pathogens Standard.

We're working hard to bring you the widest selection of biosafety-related products around. With everything from infectious waste disposal products and personal protection kits to warning labels and disinfectants, LAB SAFETY SUPPLY has exactly what you need.

## Ultima™ Leakproof Infectious Waste Bags

Revolutionary new bottom seal and unique closure system help ensure your safety when collecting, containing, transporting and disposing of infectious waste.

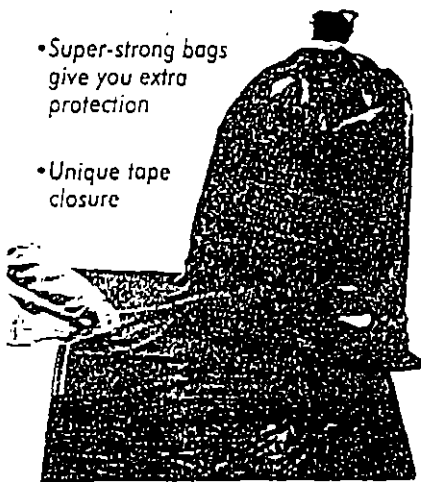
**Specifications:** Red, leakproof 3-mil biohazard bag with 6" symbol includes adhesive tape closure for faster, easier seals without the need for twist-ties. Bags contain no heavy metals or dairylides—will not release environmentally dangerous gases, vapors or residues when incinerated. Multiple layers of polyethylene resins give bags unsurpassed puncture and tear resistance to eliminate liquid and odor seepage.

**Compliance:** ASTM Testing Standards.

No.	Capacity (gal.)	Size (in.)		Thickness (mil)	Qty/Case	Each Case	
		W	H			1	5
YA-23669	12	18	24	3	400	150.20	135.20
YA-23670	25	24	30	3	200	104.15	93.75
YA-23671	30	24	36	3	200	117.85	106.10
YA-23672	45	36	48	3	100	101.65	91.50
YA-23673	50	40	48	3	50	57.05	51.35
YA-23674	55	42	48	3	50	59.35	53.45

- Super-strong bags give you extra protection

- Unique tape closure



Includes an open area to identify generator, address and date

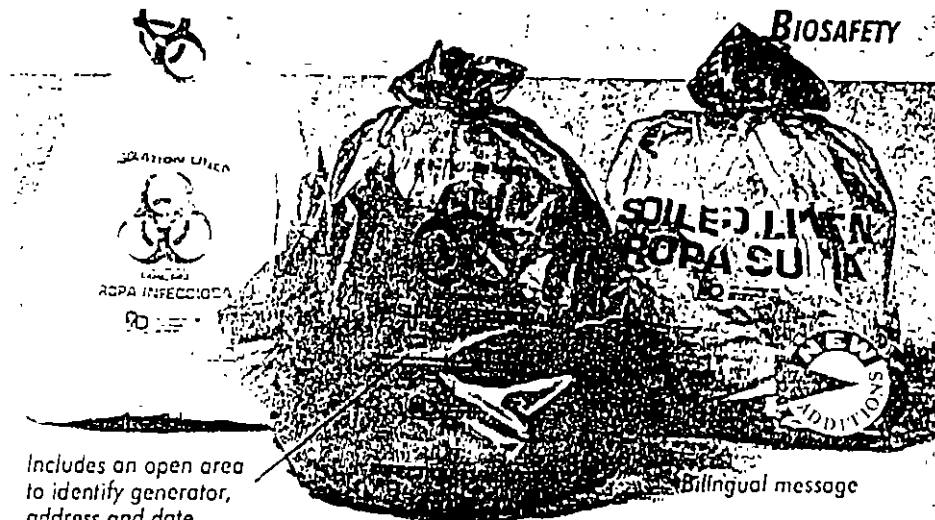
## Ultra-Tuff™ Infectious Waste and Linen Bags

Assure Proper Handling by Color Coding Waste and Linen

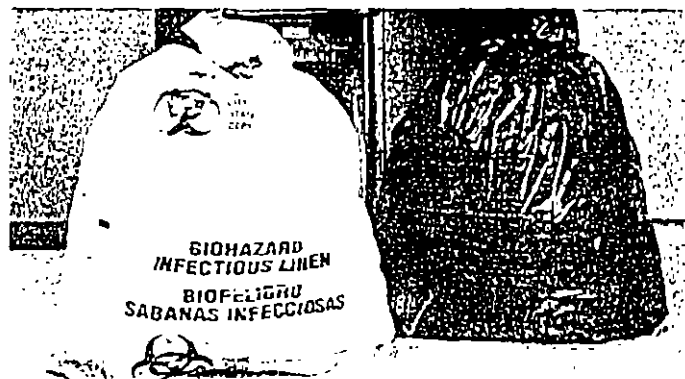
Extra-strong, color-coded bags ensure quick recognition and increase worker safety. **Specifications:** Polyethylene construction. *Infectious Waste Bags* have large 6 1/4" "Biohazard" symbol to clearly identify hazards. Includes space for identifying waste generator and date. English/Spanish legends for all.

**Compliance:** Biohazard bags meet ASTM 165-gram Dart Test, Elmendorf Tear Test and 125-lb. Drop Weight Test.

No.	Description	Capacity (gal.)	Size (in.)			Thickness (mil)	Qty/Case	Each Case	
			W	D	H			1	5
YA-11894	Inf. Waste, Red	7-10	15	9	26	1.35	250	66.25	59.65
YA-11895	Inf. Waste, Red	30-33	23	8	41	1.35	250	88.15	79.35
YA-11896	Inf. Waste, Red	40-45	27	17	48	1.35	150	81.45	73.35
YA-11897	Inf. Waste, Red	45-52	23	17	55	1.35	150	93.35	84.05
YA-25423	Isolation Linen, Yellow	30-33	23	8	41	1.5	250	88.15	79.35
YA-25424	Soiled Linen, Blue	30-33	23	8	41	1.5	250	88.15	79.35



Bilingual message



## Mobil Medi-Tuff™ Infectious Waste Bags

Provide Effective Containment of Hazardous Wastes

Identify and isolate infectious materials and wastes.

**Specifications:** Linear low-density polyethylene (LLDPE) construction. Perforated cartons allow easy dispensing. All have bilingual English/Spanish warning and 6" dia. "Biohazard" symbol.

**Compliance:** All bags meet ASTM 165-gram Dart Test. 3-mil bags meet ASTM Elmendorf Tear Test.

No.	Description	Size (in.)		Capacity (gal.)	Thickness (mil)	Qty/Case	Each Case
		W	H				
YA-11481	Inf. Waste	24	23	7-10	1.3	250	28.10
YA-23554	Inf. Waste	30	36	20-30	1.3	250	70.15
YA-23555	Inf. Waste	33	39 1/2	33	1.3	250	75.25
YA-11482	Inf. Waste	33	39	33	3	100	60.25
YA-11483	Inf. Waste	38	46	40-45	1.3	100	37.10
YA-23556	Inf. Waste	38	46	40-45	3	50	39.00
YA-23558	Inf. Waste	38	58	55	3	50	50.40
YA-11484	Inf. Linen	33	39	33	1.3	250	75.25
YA-23559	Inf. Linen	38	46	40-45	1.3	100	39.00

48



• Bag  
Holders  
collapse  
for  
compact  
storage  
when not  
in use

### Autoclavable Biohazard Bags and Holders Four Sizes Meet a Variety of Workplace Requirements

High-density polyethylene bags allow safe, immediate disposal of hazardous biological waste.

**Specifications:** Can be autoclaved at 250°F. All *Bags* feature the biohazard symbol and precautionary procedures. High-visibility red to clearly identify when sorting. 8½" size (No. 2476) is designed to rest on tabletop. 0.7-mil thick. All other sizes are 1.25-mil thick. Folding *Aluminum Bag Holders* snap into shape in seconds to keep bags open and ready for use.

No.	Description	Size (in.)		Thickness (mil)	Qty/ Pkg.	Each	
		W	L			1	12
YA-7792	Bag	14	19	1.25	200	58.55	52.75
YA-7793	Bag	19	23	1.25	200	90.00	80.00
YA-7794	Bag	25	35	1.25	200	160.00	150.00
YA-2476	Bag	8½	11	0.7	100	9.80	8.85
YA-7795	Holder for 7792	-	-	-	-	55.60	-
YA-7796	Holder for 7793	-	-	-	-	57.65	-
YA-7797	Holder for 7794	-	-	-	-	74.70	-
YA-2476-1	Holder for 2476	-	-	-	-	14.05	-



### Biohazard Decontamination Bags

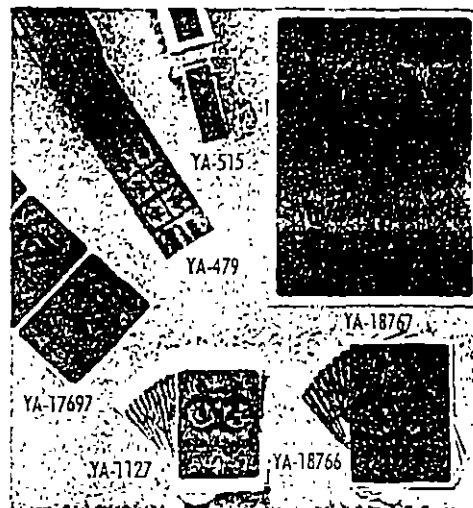
Unique steam indicator assures steam penetration and decontamination of contents after autoclaving. **Specifications:** Heavy-duty polypropylene bags can be placed in autoclave at 300°F without reopening, venting or risking exposure to contaminants. Self-venting. Includes integral tie tape. Trilingual label in English, French and Spanish. 2-mil thick. Case of 100.

No.	Description	Size (in.)		Approx. Cap. (gal.)	Each Case		
		W	H		1	15	35
YA-10816	Internal Indicator	12	24	4	36.80	33.15	29.85
YA-10817	Internal Indicator	26	30	17	72.85	65.60	59.05
YA-18038	Internal Indicator	24	36	20	85.30	76.80	69.15
YA-10818	Internal Indicator	36	34	25	97.55	87.80	79.05
YA-24253	External Indicator	36	42	32	115.85	104.30	93.90

### Biohazard Warning Labels and Tape Identify and Seal Containers

Warn all your employees that handling potentially infectious material may present a serious health hazard.

**Specifications:** Orange and black *Biohazard Tape* features messages "Burn without Opening" and "Danger of Infection." *Hazard ID Biohazard Labels* are made of fluorescent red-orange paper. All other labels are made of fluorescent red-orange polyester. Nos. 1127 and 515 have space to identify hazard. **Compliance:** Meet 29 CFR 1910.1030(g)(1)(i)(B).



No.	Description	Size	Each Roll/Pkg.	
			1	10
YA-479	Biohazard Tape	2"W x 180'L	21.60	19.45
YA-17697	Biohazard Labels, Roll of 500	2¾"W x 4"H	31.85	28.70
YA-1127	Hazard ID Biohazard Labels, Pkg. of 40	2¾"W x 4"H	4.95	4.50
YA-18767	Biohazard Labels, Pkg. of 5	7"W x 10"H	13.00	11.70
YA-18766	Biohazard Labels, Pkg. of 20	3½"W x 5"H	12.75	11.50
YA-515	Hazard ID Biohazard Labels, Roll of 500	2¾"W x ¾"H	13.00	11.70

Excerpt from 29 CFR 1910.1030(g)(1)(i)  
(B) Labels required by this section shall include the following legend:



BIOHAZARD

(C) These labels shall be fluores-

cent orange or orange-red or predominantly so, with lettering or symbols in a contrasting color.

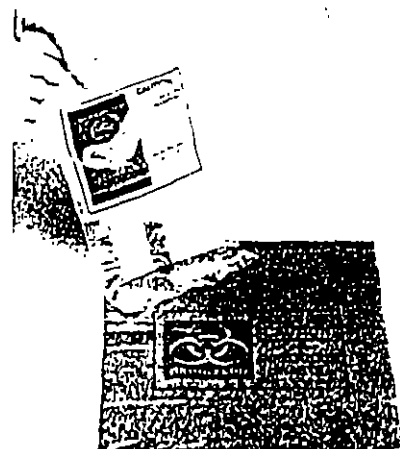
(D) Labels required be affixed as close as feasible to the container by string, wire, adhesive, or other method that prevents their loss or unintentional removal.

(E) Red bags or red containers may be substituted for labels.

### Bio-Sample Bags

Convenient zippered bags guard workers against spills and accidental contact with hazardous materials.

**Specifications:** Polyethylene bags are imprinted with biohazard symbol to help your employees quickly identify contents and alert them to possible danger. No. 23805 has dual pouch capacity—just zip your sample in on one side and place accompanying paperwork on the other. Both bags are ideal for specimens and other contaminated items. Packages of 200.



No.	Description	Size (in.)	Thickness (mil)	Each Pkg.	
				1	5
YA-23804	Red Bag	10 x 12	2	29.95	27.00
YA-23805	Clear Bag with Pouch	6 x 9	2	28.90	26.05

**Stainless Steel Step-On Cans**

*Optional Hazard Labels Available*

Leakproof, rigid plastic liners with retainer bands are treated with innovative EPA-registered BioPruf™ antimicrobial compound that won't wear off, wash off or decrease in effectiveness. Ideal for use in health care facilities and labs.

**Specifications:** Self-closing lid eliminates need to touch can and provides superior odor and infection control. 24- and 40-gallon sizes are equipped with handle and wheels for transport. *Labels* help alert workers to potential hazards within and comply with OSHA requirements. Package of 5.

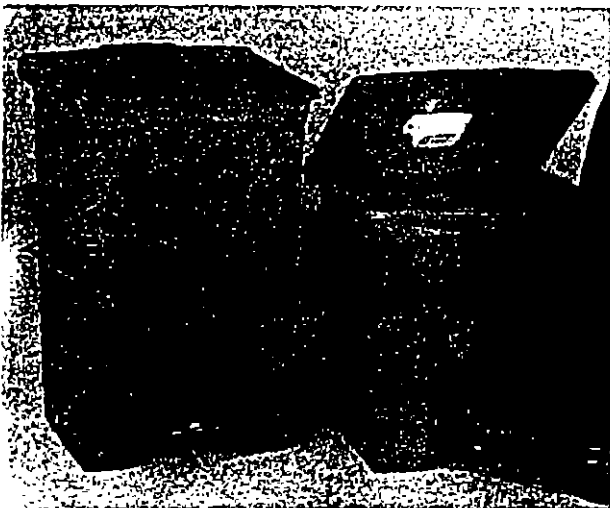
**Compliance:** All cans (except No. 9179) are UL listed, FM approved.

**Cans**

No.	Capacity (gal.)	Liner	Dimensions (in.)	Each
YA-9179	3½	Plastic	17H x 11 dia.	95.05
YA-9179-2	3½	Steel	17H x 11 dia.	108.75
YA-9180	7	Plastic	17H x 12 sq.	159.05
YA-9181	12	Plastic	23H x 12 sq.	202.90
YA-11825	24	Plastic	30H x 15 sq.	316.90
YA-11826	40	Plastic	30H x 19 sq.	425.00

**Labels**

No.	Description	Size (in.)	Each Pkg.
YA-18763E	Infectious Linen	10 x 7	13.00
YA-18767	Biohazard, English	10 x 7	13.00
YA-18767ES	Biohazard, English/Spanish	10 x 7	13.00

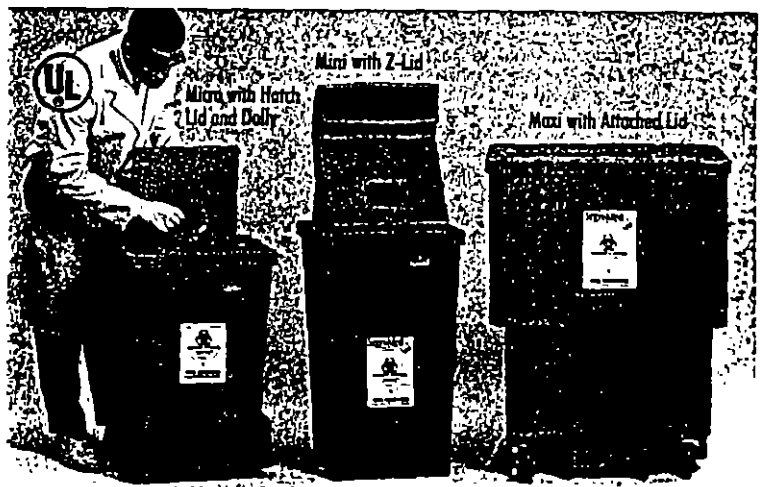


**Step-On Waste Containers**

Keep hands away from infectious wastes and reduce risk of disease with these foot-operated containers with self-closing lids.

**Specifications:** Rugged plastic construction won't chip, dent or rust, yet is lighter in weight than comparable metal cans. Tight-fitting lid combines with a leakproof base to control the spread of infection and help bring your workplace into compliance with the OSHA Bloodborne Pathogens regulation. Easily recognized bright red container color helps prevent misplacement of used materials (no label required). See page 553 for additional sizes and colors.

No.	Description	Dia. (in.)			Each
		H	W	D	
YA-22022R	8-gallon	17½	16¼	15¾	53.60
YA-22023R	12-gallon	23¾	16¼	15¾	62.50
YA-24028	Biohazard Bag, 250/Case	30	14	12½	52.65



**Segri-Med™ Medical Waste Containers**

Versatile containers serve your workplace as medical waste receptacles, waste segregation units, and consolidation or shipping containers.

**Specifications:** All containers are airtight, securable, puncture- and leak-resistant. *Maxi* container includes wheels and an attached lid that removes to make cleaning a breeze. *Mini* container includes an attached, removable transport lid. *Micro* container with transport lid is perfect when floor space is at a premium. Use optional, securable *Hatch Lids* with both *Micro* and *Mini* containers. Restricted-access *Z-Lid* helps you dispose of volume sharps and I.V. tubing with minimal risk to hands. Optional *Dolly* makes it easy to transport *Mini* or *Micro* containers.

**Compliance:** UL fire rated.

No.	Description	Capacity (gal.)	Dim. (in.)			Each
			H	W	L	
YA-18104	Micro Container	29	24	19	19	105.70
YA-18105	Mini Container	39	32	19	19	119.00
YA-18106	Maxi Container	115	39	31	31	498.25
YA-18107	Securable Hatch Lid for Micro and Mini	-	2	19	19	69.90
YA-23666	Z-Lid for Micro and Mini	-	18½	19	19	96.25
YA-23667	Dolly for Micro and Mini	-	11	19	19	58.15

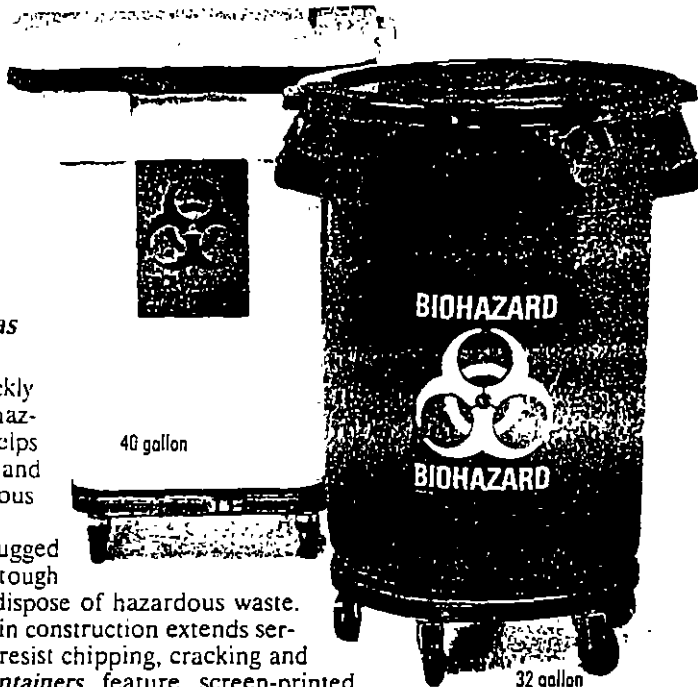
**LAB SAFETY**  
Supply

## Biohazard Waste Containers

*Symbol and Warning Instantly Identify Contents as Hazardous*

Bold warning quickly alerts workers to hazardous waste and helps ensure safe handling and disposal of infectious materials.

**Specifications:** Rugged Containers provide a tough and reliable way to dispose of hazardous waste. Seamless Dur-X™ resin construction extends service life—containers resist chipping, cracking and scratching. *Red Containers* feature screen-printed white "Biohazard" symbol and warning; *White Containers* have striking black logo on fluorescent red-orange label. Choose from round or square cans to make the best use of available workspace. Red polyethylene *Biohazard Bags* resist puncture and prevent seepage. 1.5-mil thick, non-autoclavable. Add a *Drum Dolly* for fast, easy transport.



40 gallon

32 gallon



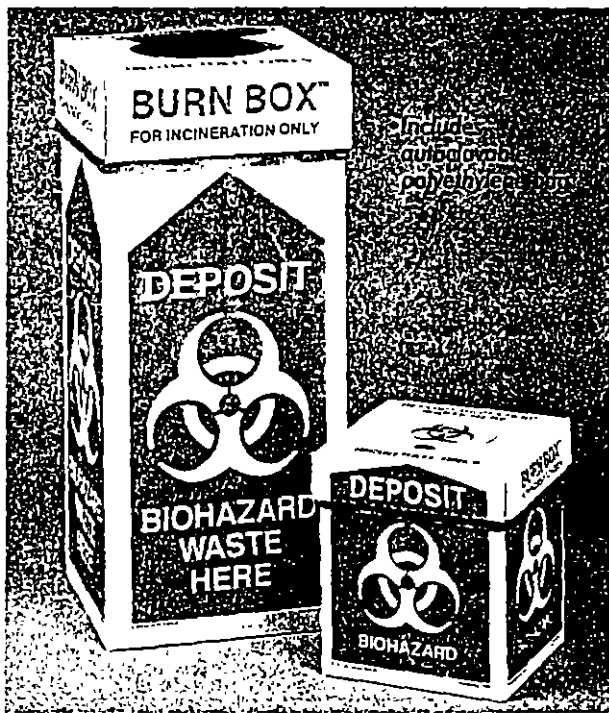
## Biohazard Disposal Bucket

Encourages safe segregation and disposal of biohazard waste.

**Specifications:** Bright white "Biohazard" symbol and legend on red are quickly recognized by workers and help to prevent material mix-ups. Standard lid securely contains contents. 14"H x 12"O.D. Five-gallon bucket. Accommodates No. 7793 autoclavable or No. 11894 non-autoclavable biohazard bag.

No.	Description	Capacity (gal.)	Dim. (in.)		Each	
			H	x Dia.	1	4
YA-13255	Round Container, Red	32	27 1/4	22	35.20	31.70
YA-14268	Round Container, White	20	22 7/8	19 1/2	29.60	-
YA-14267	Round Container, White	44	31 1/2	24	50.45	-
YA-14270	Square Container, White	28	22 1/2	21 1/2 square	31.50	-
YA-14269	Square Container, White	40	28 1/4	23 1/2 square	50.45	-
YA-11895	Bags for 20-gallon, Pkg. of 250	30-33	41	23	88.15	79.35
YA-11896	Bags for 28-, 32-, 40-, 44-gallon, Pkg. of 150	40-45	48	23	81.45	73.35
YA-2635	Dolly for Round Containers				33.85	30.50
YA-12991	Dolly for Square Containers				37.65	34.70

No.	Description	Each
YA-22020	Biohazard Bucket	5.75
YA-7793	Autoclavable Bags, Pkg. of 200	90.00
YA-11894	Non-Autoclavable Bags, Pkg. of 250	66.25



**LAB SAFETY**  
Supply

## Biohazard Burn Boxes™

*Allow for Convenient Incineration of Bio-Waste*

Use boxes for convenient collection and incineration of biohazard waste. Let you incinerate waste without removing it from box.

**Specifications:** Corrugated construction displays large "Biohazard" symbol. Access hole in cover reduces the risk of hand injury. Each box comes with a 1.25-mil polyethylene autoclavable bag to prevent leaking and spilling. Each carton includes six Burn Boxes and six bags.



## Biohazard Step-On Container

Sturdy, foot-operated container provides hands-off disposal to reduce the risk of contamination in your workplace.

**Specifications:** Fire-safe polyethylene containers won't rust or dent. Red color and biohazard label alert workers to contents and help ensure proper handling. Leakproof for reliable containment of biohazards. Foot-operation increases convenience and safety; lid closes automatically. Molded-plastic side handles make transport a snap.

No.	Size	Dim. (in.)			Each Carton of 6
		H	x W	x D	
YA-17-789	Small	10	8	8	22.55
YA-17-788	Large	27	12	12	33.00

No.	Description	Dim. (in.)			Each
		H	x W	x D	
YA-25763	Container	16	13 1/2	16 1/2	36.35
YA-11481	Biohazard Bag	23	24		24.20

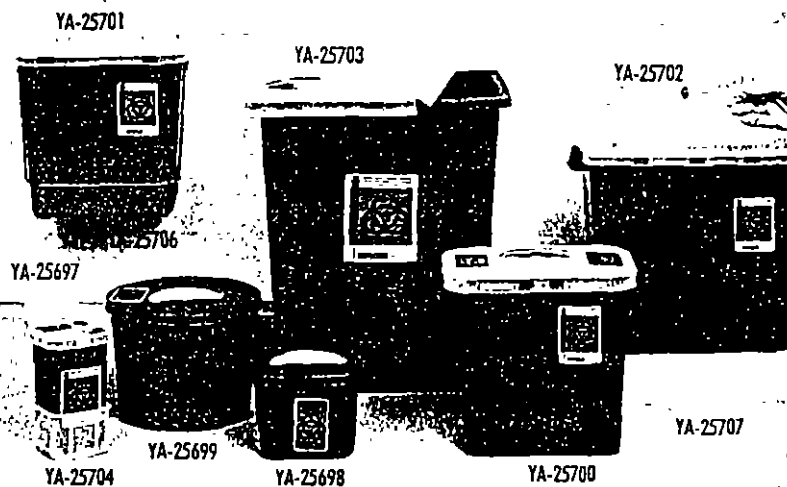
## Sharps Disposal Boxes

### Choose from Many Convenient Sizes

Make sharps disposal safe, fast and easy—lid designs keep hands away from discarded sharps. Containers allow easy viewing of contents.

**Specifications:** Puncture-resistant, rigid plastic securely contains sharps. Can be autoclaved or incinerated. 1-quart and containers with rotor lids have stepped unwinder to let you remove needles safely. Also include both temporary and permanent lid locks. Containers with clear tops let you inspect contents instantly. Nos. 25701 and 25702 with horizontal lids position needles for greatest storage capacity. Wire Wall Brackets free up counter space and provide stability to help prevent spills. Plastic Tabletop Holders adhere to surfaces for improved stability. Other colors and accessories available; call 1-800-356-0783 for a quote.

**Compliance:** Meets OSHA standards for Bloodborne Pathogens.

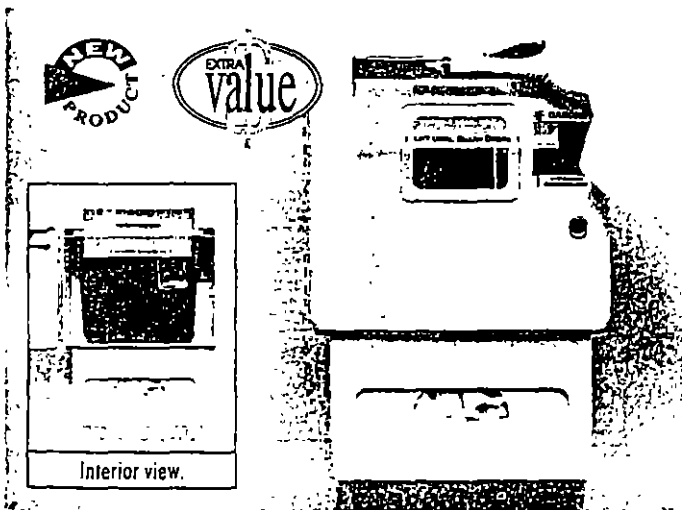


### Sharps Disposal Boxes

No.	Description	Each
YA-25697	1-quart with Clear Lid	2.45
YA-25698	1/2-gallon with Red Rotor Lid	2.95
YA-25699	5-quart with Red Rotor Lid	4.15
YA-25700	2-gallon with Clear Rotor Lid	5.10
YA-25701	2-gallon with Clear Horizontal Lid	5.20
YA-25702	3-gallon with Clear Horizontal Lid	8.95
YA-25703	8-gallon with Clear Rotor Lid	15.30

### Holders and Brackets

No.	Description	Each
YA-25704	1-quart Tabletop Holder, Clear	2.40
YA-25999	1/2-gallon Wall Bracket	8.30
YA-25705	2-gallon Tabletop Holder, Beige	8.30
YA-25706	2-gallon Wall Bracket	8.30
YA-25707	3-gallon Tabletop Holder, Beige	8.30
YA-25708	3-gallon Wall Bracket	8.30



## In-Room® Sharps Disposal System

### Put Convenient Sharps Disposal at Your Fingertips

System keeps safe, secure sharps disposal close at hand, yet prevents unauthorized access. Great for use in patient rooms!

**Specifications:** Needles and syringes drop horizontally into a sturdy, locked enclosure for maximum container volume. Mail-box-type opening helps prevent hands from entering container.

**Wall Enclosure** has viewing ports to let you know when container is getting full. Beige ABS plastic. 11 1/2"H x 12 1/4"W x 5"D. 5-quart Sharps Container in transparent red helps you monitor contents. Attach a **Glove Dispenser** to Wall Enclosure for easy access to gloves. Holds glove boxes up to 6 1/4"H x 10 1/2"W x 3 1/2"D. Each sold separately. Save when you buy the **Complete System!**

No.	Description	Each	
		1	3
YA-25692	Complete System	56.65	51.00
YA-25417	Wall Enclosure	37.75	34.00
YA-25418	Sharps Container	5.95	5.40
YA-14282	Glove Dispenser	27.20	-



## Mail Sharps Disposal System

### Just Mail Your Sharps Away! Complete System Tracks, Incinerates and Documents Infectious Waste

Mail your used sharps via standard U.S. mail to the address pre-labeled on each box—3CI destroys the waste for you! You'll receive a final copy of the manifest tracking form, certifying the date and time of waste treatment and disposal.

**Each Kit Contains:** A securely sealed, leak- and puncture-resistant inside sharps container; a red bag for additional containment; adsorbent material with 150-mL capacity; U.S. Postal Service-approved shipping container with priority mail postage; and complete documentation and tracking manifests. Price includes shipping and destruction costs.

**Compliance:** Meets U.S. Postal Service regulations.

No.	Description	Each
YA-25756	One 2-gallon Container	39.60
YA-25757	Two 2-gallon Containers	58.85
YA-25758	One 3-gallon Container	56.55
YA-25759	Three 1-gallon Containers	62.25

PHONE ORDER 1-800-356-0783 • FAX ORDER 1-800-543-9910

LAB SAFETY

479





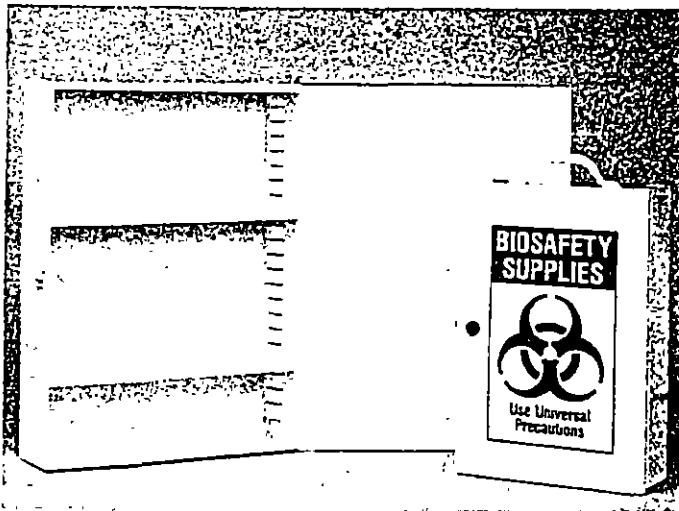
**LAB SAFETY**  
SUPPLY

## Universal Precaution Cabinet

Gives you quick access to protection for quick response.

**Specifications:** ABS plastic cabinet with adjustable shelves. 12½"H x 12½"W x 5¼"D. **Filled Cabinet** includes: one pair each fog-free goggles and clear safety glasses with sideshields, 15 one-size-fits-all polypropylene gowns, 10 masks, 50 antimicrobial towelettes and four 19" x 23" disposal bags. **Optional Glove Dispenser** attaches to cabinet. Holds a box of gloves up to 6¼"H x 10½"W x 3½"D. Easy-on/easy-off **Gowns** offer fluid-resistant protection.

No.	Description	Each
YA-14283	Filled Cabinet	144.60
YA-14280	Cabinet Only	79.85
YA-14282	Glove Dispenser Only	27.20
YA-14281-1	Gowns, Pkg. of 15	30.95
YA-884	Glasses with Sideshields	1.60
YA-11567	Goggles with Indirect Vents	3.05
YA-18775	Masks, 50/Pkg.	31.95
YA-18659	Latex Gloves, (S, M, L), 100/Box	8.80



## Biosafety Cabinets

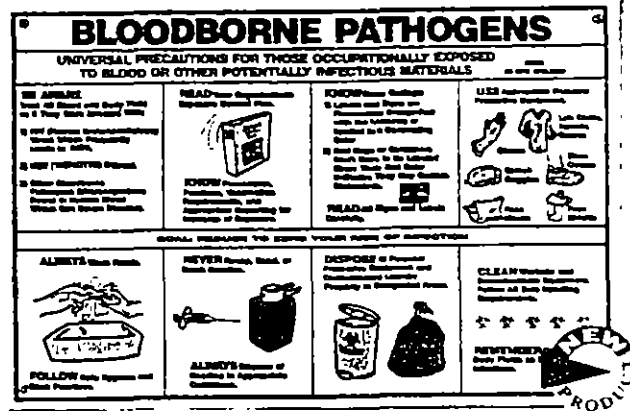
### Custom Stock to Your Exact Specifications

Conveniently stock your workplace with exactly the supplies your job requires. Keep supplies in one location and ready to use—in laboratories, health care facilities, or general industry.

**Specifications:** Rugged cabinets come with two adjustable shelves to help you stock supplies (gloves, eyewear, disinfectant, absorbent) and make the best use of space. High-visibility graphics let workers spot supplies quickly in an emergency. Heavy-gauge steel with baked-enamel finish makes these cabinets durable and rust-resistant for long life. Wall mountable for convenience and easy access. Choose from two sizes to best meet your wallspace and storage requirements.

**Note:** Contents not included. See pages 475-484 for supplies.

No.	Dim. (in.)			Each	
	H	L	D	1	6
YA-23806	18	12	5	51.35	46.25
YA-23807	24	18	5	76.90	69.25



## Bloodborne Pathogens Poster

Informative poster assists your workplace training program. Highlights universal precautions, giving your employees strong visual reminder of safe work practices.

**Specifications:** Sturdy poster is made of indestructible polyethylene for long-life. Mounting eyelets won't rip or tear out. 16"H x 24"W.

No.	1	4
YA-25412	24.75	27.30

## Safety TechLine™

*Universal Precautions is an approach to infection control. According to the concept of Universal Precautions, all human blood and certain human fluids are treated as if known to be infected with HIV, HBV and bloodborne pathogens. Practice it in your facility to keep your workers safe.*

For more information, call Safety TechLine™ Technical Support: 1-800-356-2501.



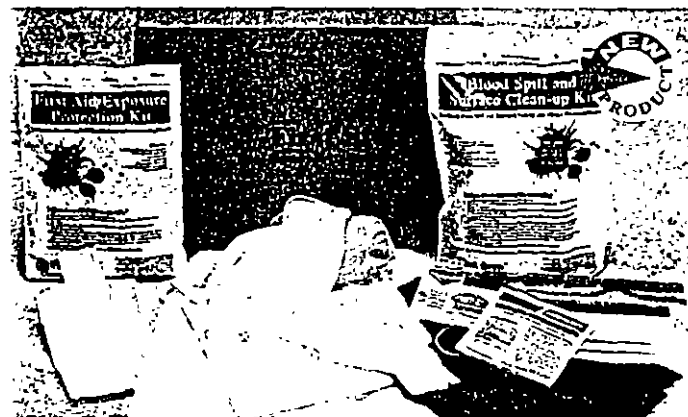
### Clothing and Spill Kits

Choose from Five Levels of Biohazard Protection!

Kits contain everything first responders or health care workers need for protection from infectious materials.

**Specifications:** *Clothing Kit I* includes a polyethylene-coated polypropylene gown, polyethylene shoe covers, a fluid-resistant face mask with earloops to protect nose and mouth from fluid splash, safety goggles with indirect vents, two pair of latex gloves, an antimicrobial hand wipe, a red biohazard disposal bag with twist tie, and an Incident Report Form. *Clothing Kit II* gives you everything above, but includes a fluid-resistant combination procedure mask/eye shield in place of goggles and mask for improved comfort and faster on/off. *Spill Kit* contains: two pair of latex gloves, absorbent beads (for treating up to one liter of liquid spill), germicidal surface wipe, a wiper with poly backing, a red biohazard bag with twist tie, two antimicrobial hand wipes and an Incident Report Form. *Clothing and Spill Kits* give you a choice of Clothing Kits, plus the Spill Kit—for the convenience of personal protection and spill cleanup supplies all in one location.

No.	Description	Each	
		1	6
YA-18770	Clothing Kit I	12.25	11.10
YA-23827	Clothing Kit II	10.00	9.00
YA-23828	Clothing I and Spill Kit	17.15	15.45
YA-23829	Clothing II and Spill Kit	15.45	13.95
YA-23830	Spill Kit	6.95	6.30



### Multi-Event Biosafety Pack

Assortment of Kits for Various Levels of Hazards

Select the level of protection you need for each specific exposure incident, whether you need basic hand protection, cleanup supplies or clothing for gross-exposure incidents.

**Specifications:** *Multi-Event Pack* contains 12 First Aid Protection Kits, six Spill Kits and one Gross Exposure Pack. *First Aid Protection Kit* provides basic personal protection during minimal exposure incidents. Contains one pair of latex gloves, one large towel, one antimicrobial hand wipe and a red biohazard disposal bag. Use *Spill Kit* for safe containment and cleanup of bio-fluids. Contains one pair of latex gloves, two large towels, one germicidal hard-surface wipe, one packet of chlorinated adsorber, one scoop, one antimicrobial hand wipe and a red biohazard disposal bag. *Gross Exposure Pack* includes one fluid-impervious gown, one face mask with plastic eye shield, and one pair of shoe covers.

No.	Description	Each	
		1	3
YA-25780	Multi-Event Pack	93.90	84.55
YA-25781	First Aid Protection Kit	4.20	3.80
YA-25782	Spill Kit	9.30	8.40
YA-25786	Gross Exposure Pack	15.40	13.90

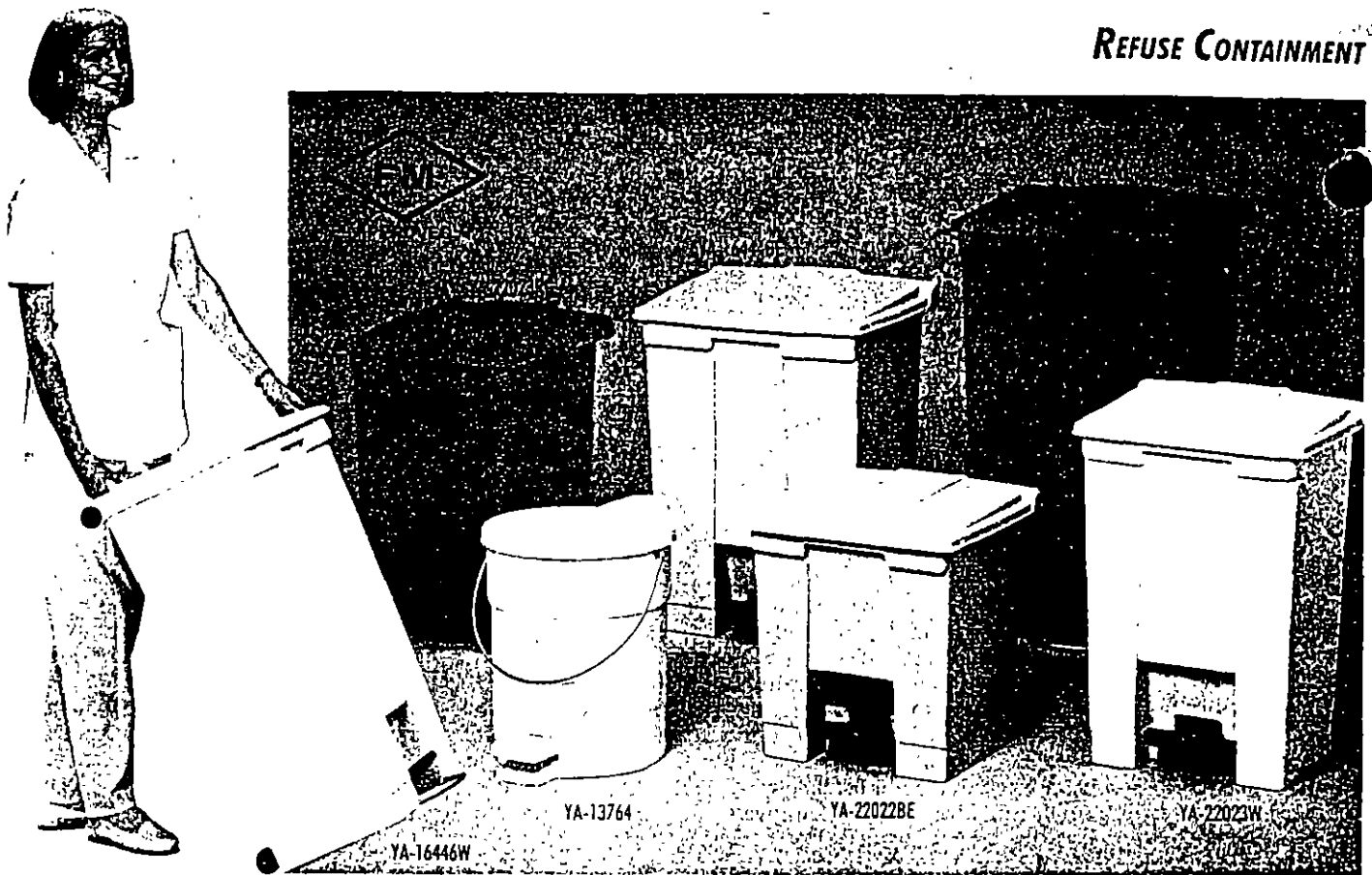
### Infection Control Kit

Everything You Need for Up to 10 Exposure Events

Keep all your infection control supplies together and ready to go in an emergency. Portable Kit goes anywhere you need it.

**Kit Includes:** One nylon case with carrying handle; 20 ambidextrous 9-mil latex gloves; 10 large absorbent towels; one 2-oz. bottle of antimicrobial, waterless instant skin sanitizer; one 4-oz. spray bottle of germicidal surface disinfectant (kills HIV, TB and other pathogens); one bottle of chlorinated spill absorbent (1-liter capacity); two plastic scoops with sweeping tool; 10 red biohazard disposal bags; and one *Gross Exposure Pack* (includes one fluid-impervious gown, one face mask with plastic wraparound eye shield and one pair of shoe covers). 3 1/4"H x 11 1/2"W x 10"D. *Refill Packs* contain everything except *Gross Exposure Pack* contents.

No.	Description	Each	
		1	3
YA-25784	Infection Control Kit	84.85	76.40
YA-25785	Refill Pack	49.00	44.10
YA-25786	Gross Exposure Pack	15.40	13.90



**Rubbermaid® Fire-Safe Step-On Cans**

**Large-Capacity Styles Now Available**

Tough Dur-X™ resin means no-rust performance and light weight. Rounded corners and smooth contours make cleaning easy. Leak-proof base helps contain liquids.

**Specifications:** Containers feature heavy-duty pedal for durable, quiet, hands-off operation. Tight-fitting, overlapping lids have built-in deodorant block holders to help you combat odors more easily. 23-gallon capacity *Mobile Step-On Container* has stainless steel wheel assembly for easy transport. Use *Rigid Plastic Liners* with or without polyliners.

**Compliance:** FM approved.

**Please Specify Color:** BE (beige), R (red), W (white). No. 13764 comes in white only.

**Step-On Containers**

No.	Capacity	Dimensions (in.)			Each	
		H	W	D	1	4
YA-13764	4.5 gallon	15 3/8	13 1/4 dia		56.00	50.40
YA-22022	8 gallon	17 1/8	16 1/4	15 3/4	53.60	-
YA-22023	12 gallon	23 5/8	16 1/4	15 3/4	62.50	-
YA-16444	18 gallon	26 1/8	19 3/4	16 1/8	75.50	67.95
YA-16445	Rigid Liner for 16444				24.75	22.30
YA-16446	23-gallon Mobile Step-On Container	32 5/8	19 3/4	16 1/8	107.55	96.80
YA-16447	Rigid Liner for 16446				30.95	27.90

**Polyliners for Rubbermaid Step-On Cans**

No.	For Step-On Can No.	Dimensions (in.)			Qty./Pkg.	Each Pkg.
		H	W	D		
YA-13765	13764	22	11 3/4	9 3/4	1000	61.30
YA-22069	22022, 22023	30	14	12	200	39.40
YA-16448	16444, 16446	38 1/2	16	14	300	68.75

**WITT Safety Step™ Containers**

**Steel Step-On Cans are Packed with Features**

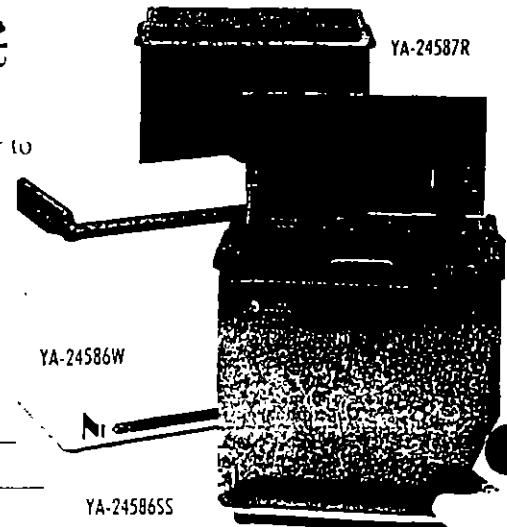
These long-lasting fire-safe containers have it all—they're durable, reliable and easy to clean and transport. Made especially for infectious waste containment—ideal in hospitals, labs, nursing homes and health care facilities.

**Specifications:** Steel lid closes onto structural foam rim for snug fit, superior odor containment and less noise. Lid also detaches from unit to make cleaning fast and easy. Sturdy step bar and rugged internal lift mechanism ensure long service life—resist damage from floor vacuums and buffers. Built-in handles make transport a snap. Specially designed retainer rods hold polybags securely in place. Includes rigid plastic liner to protect polybags from punctures and tears.

**Compliance:** OSHA Bloodborne Pathogens, NFPA Life Safety Code.

**Please Specify Color:** W (white), R (red), SS (stainless steel).

No.	Description	Dimensions (in.)			Weight (lbs.)	Each	
		H	W	L		W, R	S.S.
YA-24586	13-gallon Container	19 1/2	23	14	40	152.85	220.80
YA-24587	23-gallon Container	36	23	14	50	169.85	275.95



PHONE ORDER 1-800-356-0783 • FAX ORDER 1-800-543-9910

LAB SAFETY

553



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE  
CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS  
Y PELIGROSOS**

**MOD. II CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES  
ESPECIALES Y HOSPITALARIOS**

**TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS**

**ING. LUIS SORIA PUENTE  
MAYO 1995**

## **TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS**

**PONENTE: ING. LUIS SORIA PUENTE**

**CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES  
DELFIN MADRIGAL 665  
COL. PEDREGAL DE STO. DOMINGO  
TEL.606 95 20**

### **INTRODUCCION**

La creciente demanda de productos para satisfacer las necesidades de la población aunada a la incesante industrialización que se observa en todo el orbe, trae como consecuencia el aumento en la transportación de materiales, algunos de ellos considerados dentro del rubro de peligrosos.

En México ante la actual formación de bloques comerciales, como es el caso del logrado mediante el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), se requiere de la homologación de la legislación para estar acorde con los países con los que se han establecido lazos comerciales.

Nuestro país no se ha mantenido al margen de ello, por lo que es necesario analizar cuál es la situación internacional en cuestión de la reglamentación del transporte de materiales peligrosos, como una medida de prevención de incidentes o de accidentes que pongan en peligro la salud de los individuos o puedan provocar algún daño al ambiente.

### **LMARCO LECAL**

La pauta en relación a la normatividad internacional del Transporte de Materiales Peligrosos es dictada por la Organización de las Naciones Unidas a través de su Programa para el Medio Ambiente quien mediante el documento "Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas", establece los lineamientos generales que posteriormente son adoptados por cada país miembro de ese organismo de acuerdo a las necesidades propias de cada uno de ellos.

En los Estados Unidos de Norteamérica, sus normas se encuentran compendiadas en el documento conocido como CFR, el que en la actualidad cuenta con cerca de 80,000 normas entre las de origen obligatorio y las voluntarias, por lo que es necesario señalar que para el área del Transporte de Materiales Peligrosos en específico deberá analizarse básicamente el CFR 49.

Aún más, la actual integración de bloques comerciales, como es el caso del logrado mediante el TLC (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), o el ingreso de México a organismos internacionales como es el OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico), propicia que las legislaciones entre los países trate de ser homologada para beneficiar el intercambio de productos, mediante sus rutas comerciales.

El transporte de Materiales Peligrosos es una fuente primaria de riesgo a la exposición a sustancias tóxicas contaminantes. El vínculo entre el generador o el usuario de un Material Peligroso y el destino final del material es el transportista. De acuerdo a ello se ve la necesidad de establecer en todo el esquema estructural del manejo de los Materiales Peligrosos una transportación segura, para todos aquellos que están involucrados de alguna u otra forma con el transporte de este tipo de sustancias, para que les facilite la adquisición de medidas preventivas y de seguridad.

## **II PREVENCIÓN**

Con la finalidad de abatir los riesgos durante el transporte de materiales peligrosos se recomienda a cada uno de los encargados de cumplir con las siguientes funciones, realizarlas adecuadamente (las funciones no se encuentran enumeradas de una forma exhaustiva, únicamente se señalaron las que se consideran prioritarias):

1. Determinar el nombre adecuado de embarque del material o residuo peligroso
2. Determinar la clase o clases de riesgos del material o residuo peligroso
3. Seleccionar los números de identificación UN (de acuerdo a la clasificación de Naciones Unidas), que consiste en cuatro dígitos.
4. Determinar la o las vías para llegar al destino final
5. Determinar y seleccionar el empaque adecuado al tipo de material o residuo que se va a transportar
6. Seleccionar la o las etiquetas y aplicarlas en los empaques como se requiere
7. Marcar el empaque, inclusive los empaques sobrepuestos, tomando en cuenta que todas las marcas deben de ser:
  - Durables y en Español, impresas o sujetas a la superficie del empaque o en una etiqueta, rótulo o señal
  - De un color con un fondo que contraste profundamente y que no se oscurezca por las etiquetas o pegamentos.

- Colocadas fuera del área de otras marcas que puedan reducir la visibilidad.
- 8. Preparar los Documentos de Embarque
- 9. Elaborar la Hoja de Emergencias en Transportación y ubicarla en el lugar adecuado
- 10. Realizar la certificación del material (mediante la firma de la persona responsable)
- 11. Proceder a la carga, bloqueo y sujeción del material o residuo
- 12. Seleccionar y ubicar en los lugares estipulados para ello, los carteles adecuados de acuerdo al riesgo principal del material
- 13. Verificar en todo momento que la persona a cargo de determinada función tenga conocimiento de los requerimientos.

"Es obligación de toda persona que ofrece materiales peligrosos para su transporte de instruir a cada uno de sus jefes, agentes y empleados que tengan alguna responsabilidad para preparar los materiales peligrosos para su embarque de acuerdo con las reglamentaciones aplicables".

**Como una revisión final y antes de enviar el embarque a transporte, "INSPECCIONE VISUALMENTE SU EMBARQUE".**

### **III DELIMITACION DE FUNCIONES**

En la tabla se presentan las funciones que deben realizar cada uno de los responsables del transporte de materiales peligrosos, para lograr un buen desarrollo de la tarea global.

## **IV APOYOS TECNICOS EN CASO DE ACCIDENTES**

Para atender las emergencias de una manera inmediata y adecuada durante el transporte de materiales se cuenta con los siguientes recursos:

### **- GUIA DE RESPUESTAS INICIALES EN CASO DE EMERGENCIAS**

Contiene la información mínima necesaria para responder a :

Incendios

Explosiones

Fugas

Derrames

Daños a la salud

Primeros Auxilios

Además presenta las distancias de evacuación y aislamiento, así como los esquemas de identificación de los carros tanques y remolques y sus materiales transportados.

### **- DOCUMENTOS DE EMBARQUE**

Los documentos de embarque pueden consistir en: Una orden de embarque, el conocimiento de embarque, el manifiesto de residuos peligrosos o algún otro documento que pueda servir para un propósito similar y que contenga la información requerida. Este documento debe ser portado por el transportista en un sitio específico y podrá utilizarse en caso de accidente para establecer o verificar la identidad del material.

### **- HOJA DE INFORMACION DE RESPUESTA A EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS**

La Hoja de Emergencias en Transportación es aquella que puede utilizarse en la mitigación de un incidente que involucre materiales peligrosos, deberá mantenerse en los vehículos de transporte y en las instalaciones de transporte en donde el material peligroso es recibido, almacenado o manejado durante el transporte y como mínimo deberá contener la siguiente información:

- a) La descripción básica y nombre técnico del material peligroso.
- b) Los riesgos a la salud inmediatos.
- c) Precauciones inmediatas que deben ser consideradas en caso de un incidente o accidente.

- d) **Métodos inmediatos para manejo de incendios.**
- e) **Métodos iniciales para manejo de derrames o fugas sin incendio; y**
- f) **Medidas básicas de primeros auxilios.**

Esta información deberá estar escrita en español, en forma legible y sobre todo debe estar disponible para utilizarse fuera del empaque que contiene el material peligroso.

Asimismo, se deberá asentar en los documentos de embarque inmediatamente después de la descripción del material peligroso, el número de un teléfono de respuesta a emergencias con servicio de las 24 horas. El teléfono de respuesta a las emergencias deberá monitorearse siempre que el material peligroso se encuentre en transporte.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS  
DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS  
SOLIDOS Y PELIGROSOS.

MOD. II CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES ESPECIALES  
Y HOSPITALARIOS.

TEMA: "GENERACION DE RESIDUOS EN MEXICO.

PONENTE: ING. FIDEL CORTES CARBALLAR.

## **AMBIENTE**

**EL CONJUNTO DE ELEMENTOS NATURALES O INDUCIDOS POR EL HOMBRE, QUE INTERACTUAN EN UN ESPACIO Y TIEMPO DETERMINADOS**

## **RESIDUO**

**CUALQUIER MATERIAL GENERADO EN LOS PROCESOS DE EXTRACCION, BENEFICIO, TRANSFORMACION, PRODUCCION, CONSUMO, UTILIZACION, CONTROL O TRATAMIENTO CUYA CALIDAD NO PERMITA USARLO NUEVAMENTE EN EL PROCESO QUE LO GENERO**

## **RESIDUOS PELIGROSOS**

**TODOS AQUELLOS RESIDUOS, EN CUALQUIR ESTADO FISICO, QUE POR SUS CARACTERISTICAS CORROSIVAS, TOXICAS, VENENOSAS, REACTIVAS, EXPLOSIVAS, INFLAMABLES, BIOLÓGICAS-INFECCIOSAS O IRRITANTES, REPRESENTAN UN PELIGRO PARA EL EQUILIBRIO ECOLÓGICO O EL AMBIENTE**

# **NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP-001/88 (CRETIB)**

## **I. CORROSIVIDAD**

- EN SOLUCION ACUOSA PRESENTA UN PH MENOR O IGUAL A 2, O MAYOR O IGUAL A 12.5.**
- EN ESTADO LIQUIDO ES CAPAZ DE CORROER EL ACERO AL CARBON (SAE 1020), A UNA VELOCIDAD DE 6.35 MILIMETROS POR AÑO Y UNA TEMPERATURA DE 55°C.**

## **II. REACTIVIDAD :**

- . BAJO CONDICIONES DE GOLPE, PRESION, TEMPERATURA O ESPONTANEAMENTE SE DESCOMPONE, COMBINA O POLIMERIZA VIGOROSAMENTE.**
- . ES NORMALMENTE INESTABLE Y SE COMBINA O TRANSFORMA VIOLENTAMENTE SIN DETONACION.**
- . REACCIONA CON EL AGUA Y FORMA MEZCLAS POTENCIALMENTE EXPLISVAS O GENERA GASES, VAPORES O HUMOS EN CANTIDADES SUFICIENTES PARA PROVOCAR DESEQUILIBRIO ECOLOGICO O DANOS AL AMBIENTE.**
- . POSEE EN SU CONSTITUCION SUSTANCIAS QUE CUANDO SE EXPONEN A CONDICIONES DE PH ADECUADAS PUEDE GENERAR GASES, VAPORES O HUMOS EN CANTIDADES SUFICIENTES QUE CONSTITUYAN UN RIESGO PARA EL AMBIENTE.**
- . ES CAPAZ DE PRODUCIR RADICALES LIBRES.**

### **III. EXPLOSIVIDAD.**

- . ES MAS SENSIBLE A GOLPES O FRICCION QUE EL DINITROBENCENO.**
  
- . ES CAPAZ DE PRODUCIR UNA REACCION O DESCOMPOSICION DETONANTE O EXPLOSIVA A 25°C Y A UNA ATMOSFERA DE PRESION (1.033 KG/CM2).**

#### **IV. TOXICIDAD AL AMBIENTE.**

- . AL HACER LA PRUEBA DE EXTRACCION PARA TOXICIDAD, CONFORME A LA NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP-002/88, APAREZCAN UNO O MAS DE LOS CONSTITUYENTES EN CONCENTRACIONES IGUALES O MAYORES A LOS LIMITES SEÑALADOS EN EL LISTADO.**



## **V. INFLAMABILIDAD**

- . EN SOLUCION ACUOSA, CONTIENE MAS DE 24% DE ALCOHOL EN VOLUMEN.**
- . ES LIQUIDO Y TIENE UN PUNTO DE INFLAMACION INFERIOR A 60°C.**
- . NO ES LIQUIDO, PERO ES CAPAZ DE CAUSAR FUEGO POR FRICCION, ABSORCION DE HUMEDAD O CAMBIOS QUIMICOS ESPONTANEOS.**
- . SE TRATA DE GASES COMPRIMIDOS INFLAMABLES O AGENTES OXIDANTES.**

## **GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS EN MEXICO**

En México el proceso de industrialización se inició de manera acelerada en los últimos cincuenta años, con una concentración industrial preponderante en unas cuantas ciudades entre las que destacan la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), Monterrey, Guadalajara y en algunos polos de desarrollo como Veracruz y la frontera norte. El país se caracteriza por la conformación de un porcentaje bajo de grandes empresas con tecnologías avanzadas de producción y un gran número de micro, pequeñas y medianas empresas (más de 95%), muchas de ellas con procesos obsoletos de producción.

La planta industrial comprende básicamente, cuatro tipos de industria:

1. Manufactureras.
2. Extractivas (minería y petróleo).
3. Eléctrica.
4. De la construcción.

En el cuadro 1 se describe la distribución de la industria en México, de acuerdo con el XIII Censo Industrial, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en 1989.

En lo que respecta a la industria química, de las 5,472 empresas que la conforman, la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) reúne a 340 que cuentan con 465 plantas y cubren las áreas de producción de petroquímica básica y secundaria; fibras sintéticas y artificiales, hules sintéticos y negro de humo, pigmentos y colorantes, adhesivos, química inorgánica, resinas sintéticas y especialidades químicas.

La ANIQ promueve la adopción, por parte de sus socios, del Programa de Responsabilidad Integral, que comprende el manejo y eliminación ambiental idóneo de las sustancias tóxicas y materiales peligrosos. A su vez, dicha Asociación ha establecido un sistema de información sobre accidentes químicos en el transporte.

## SECTORES DE LA INDUSTRIA NACIONAL

CUADRO 1

S E C T O R E S	UNIDADES INDUSTRIALES
<b>Minería y extracción de petróleo.</b>	2,402
Subsector	
Carbón	46
Petróleo y gas natural	33
Extracción de minerales metálicos	678
Extracción de minerales no metálicos	1 645
<b>Industrias manufactureras</b>	141 446
Subsector	
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	51 151
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	16 853
Industrias y productos de madera (incluye muebles)	16 141
Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	7 952
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, del hule y del plástico	5 472
Productos minerales no metálicos (excluye los derivados del petróleo y del carbón)	14 502
Industrias metálicas básicas	932
Productos metálicos, maquinaria y equipo (incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión)	26 945
Otras industrias manufactureras	1 498
<b>Industria eléctrica</b>	36
Subsector	
Electricidad	36
<b>Industria de la construcción</b>	5 308
Subsector	
Construcción	5 308

FUENTE: XIII Censo Industrial, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1989.

El 60% de la industria química está distribuida principalmente en el Estado de México, Veracruz y el Distrito Federal. Aunado a lo anterior, en 1965 el gobierno mexicano estableció un plan de industrialización fronteriza, para atraer industrias de mano de obra intensiva, que permitió a industrias con matriz extranjera denominadas maquiladoras traer capital en equipo, componentes y materias primas sin pagar impuestos arancelarios, con la condición de que exportaran sus productos manufacturados.

### **Volumen estimado de generación**

Como puede apreciarse en el cuadro 2, de las 450 mil tons/día de residuos generados por diferentes tipos de industria según cálculos para 1991, alrededor de 14,500 tons/día corresponden a residuos peligrosos (R.P.), lo que equivale a cerca de cinco millones de tons. anuales.

### **Generación de RP en la franja fronteriza norte**

La frontera norte con los Estados Unidos de América es una de las áreas con mayor crecimiento industrial en el país, debido a los beneficios que brinda su cercanía con los mercados estadounidenses; en particular, la industria maquiladora se ha incrementado aceleradamente.

Existen alrededor de 2,147 empresas en la franja fronteriza norte de México, constituidas en 83.3% por maquiladoras. Las ciudades con mayor número de empresas maquiladoras son Tijuana (612) y Juárez (343).

Las principales actividades de las empresas fronterizas, divididas en empresas maquiladoras y empresas nacionales son:

- **Maquiladoras.-** Se dedican principalmente al ensamble de artículos eléctricos y electrónicos, incluyendo el armado de enceres eléctricos, la elaboración de productos de metal, costura de artículos en general, productos de madera y plástico.
- **Empresas nacionales.-** Las actividades más importantes que realizan son la elaboración de productos de metal, alimenticios y químicos.

**VOLUMEN ESTIMADO DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS  
INDUSTRIALES, INCLUYENDO LOS PELIGROSOS  
(A NIVEL NACIONAL)**

**CUADRO 2**

<b>C O N C E P T O</b>	<b>1 9 9 0</b>		<b>1 9 9 1</b>	
	<b>Tons/día</b>	<b>Tons/año (miles)</b>	<b>Tons/día</b>	<b>Tons/año (miles)</b>
Minería extractiva y de fundición.	300 000	109 500	337 500	123 187
Industria química: básica, orgánica.	70 500	25 732	81 000	29 565
Agroindustria.	29 500	10 767	31 500	11 498
Peligrosos.	15 500	5 657	14 500	5 292
<b>Generación total:</b>	<b>415 500</b>	<b>151 656</b>	<b>450 000</b>	<b>169 542</b>

**FUENTE:** Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1992

Se tienen identificadas alrededor de 1,673 empresas generadoras de RP, lo que corresponde a 78% del total mencionado. De éstas, 1,408 empresas son maquiladoras (84%) y el resto (265 empresas) nacionales (cuadro 3).

Las empresas que se dedican a elaborar artículos electrónicos y eléctricos son las que generan mayor cantidad de residuos; al contrario de lo que sucede con las de costura, alimentos, cuero y calzado.

Se estima una generación de RP de aproximadamente 60,000 ton anuales. De esta cantidad estimada, 27% es generada por 1,141 empresas medianas y microempresas. Las empresas de mayor tamaño son las que generan la mayor cantidad de residuos (53%) y son las que, en términos generales, sí manifiestan y registran sus residuos (cuadro 4).

A nivel fronterizo, aproximadamente 29.3% de las empresas generadoras de las cuales 98% son maquiladoras envían sus RP a EUA; dichos residuos son equivalentes a 32,707 tons/año. 5.4% de las empresas disponen sus residuos en México y corresponden a un total de 10,932 tons/año. En tanto que 65% de las empresas generadoras no manifiestan el lugar de disposición de sus residuos, los cuales sumarían alrededor de 16,054 tons/año.

En México se reciclan o confinan 268,752 tons. al año de RP, incluyendo 60,000 tons/año de RP importados, como es el polvo de acerías para la recuperación de cinc. De acuerdo con esto, 10,932 tons/año forman 4% del total de residuos que se reciclan y confinan en la parte norte del país.

### **Casos de manejo inadecuado de RP en México**

La evaluación de los efectos en la salud de los RP en México no ha sido objeto de un estudio sistemático, por lo cual no es posible determinar la magnitud del problema sino sólo inferirlo a partir de la descripción de casos que han sido notificados por los medios de comunicación, a través de algunas publicaciones que analizan problemas particulares o con base en la información acerca de las condiciones que privan en el país en la materia. Aunque el interés que este tema despierta en algunos grupos de investigación está dando lugar a estudios para

## EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS

CUADRO 3

<b>E S T A D O</b>	<b>NO. DE MAQUILADORAS</b>	<b>NO. DE EMPRESAS NACIONALES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>BAJA CALIFORNIA</b>	725	126	851
<b>CHIHUAHUA</b>	283	65	348
<b>TAMAULIPAS</b>	181	16	197
<b>SONORA</b>	142	20	162
<b>COAHUILA</b>	77	38	115
<b>TOTAL</b>	<b>1 408</b>	<b>265</b>	<b>1 673</b>

FUENTE: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

## LOS RESIDUOS PELIGROSOS QUE SE GENERAN CON MAYOR FRECUENCIA

CUADRO 4

<b>R E S I D U O S</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Solventes</b>	36.2
<b>Aceites y grasas</b>	12.89
<b>Pinturas y barnices</b>	7.71
<b>Soldadura Pb-Sn*</b>	5.63
<b>Resinas</b>	4.45
<b>Acidos y bases</b>	2.72
<b>Derivados del petróleo</b>	2.46
<b>Metales pesados</b>	2.01
<b>Adhesivos</b>	1.69
<b>Freón</b>	1.15
<b>Lodos</b>	1.15
<b>Silicón</b>	0.54
<b>Tintas</b>	0.35
<b>Plásticos</b>	0.26
<b>Otros</b>	20.79

**FUENTE:** Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

Pb = Plomo

Sn = Estaño



caracterizar los riesgos de grupos poblacionales específicos, que se espera contribuyan a conocer más a fondo la situación.

En el cuadro 5 se citan algunos ejemplos de manejo inadecuado de residuos peligrosos en México que han traído consigo la exposición de seres humanos y que ilustran el tipo de problemas que pueden suscitarse.

### **Gestión de los RP (estrategia)**

El enfoque estratégico adoptado para la gestión de los RP aparece resumido en la figura 1.

La estrategia de control de los residuos industriales en plantas nuevas se basa en la autorización de procesos limpios que reduzcan su generación. En la industria instalada antes de 1988 (año en que se publicó el reglamento) se ha promovido el reciclaje de los residuos, con el fin de reducir los volúmenes destinados a destrucción y disposición final.

En el caso de los confinamientos, los residuos son sometidos a un proceso de estabilización para reducir sus efectos peligrosos. De esta manera se pretende garantizar un manejo tendente a proteger el suelo, el subsuelo, los cuerpos de aguas superficiales y los mantos freáticos.

### **Capacidad instalada para la gestión**

Existen ocho confinamientos de residuos sólidos industriales, de los cuales uno es para residuos no peligrosos y siete para RP. Nuestro país cuenta con dos incineradores privados en operación, una empresa con equipos móviles para tratamiento de RP en el lugar; 17 plantas de tratamiento de RP y tres almacenamientos temporales (cuadros del 6 al 10).

**REFERENCIA: Residuos Peligrosos en el Mundo y en México.-**

**Serie Monografías No.3.**

**EXPOSICION DE POBLACIONES A RP EN MEXICO POR SU  
DISPOSICION INADECUADA**

**CUADRO 5**

<b>AÑO</b>	<b>SITIO</b>	<b>MATERIALES Y MEDIOS</b>	<b>E F E C T O S</b>
1962	Torreón, Coahuila	Escoria con arsénico almacenada en los patios de una empresa metalúrgica	Contaminación de suelos y agua de pozos cercanos.
1974-1977	Tultitlán, Edo. de México.	Residuos con cromo almacenados a cielo abierto y descarga de aguas residuales con cromo de una empresa productora de cromita.	Contaminación de suelos y agua en el poblado. Presencia de cromo en sangre de la población.
1984-1985	Tlalnepantla, Edo. de México	Residuos de la extracción de aceites vegetales, arrojados clandestinamente en basurero municipal.	Quemaduras severas en niños y adultos.
	Diferentes	Reciclado de baterías con plomo en locales familiares	Intoxicación aguda y crónica por plomo en los miembros de las familias involucradas.
	Diferentes	Reutilización de envases que contenían sustancias tóxicas (plaguicidas).	Intoxicación aguda en la población expuesta, preferentemente campesinos.

**FUENTE:** Ortiz Monasterio, F., C. Cortinas de Nava y L. Maffey García. Manejo de los Desechos Industriales en México, Fundación Universo XXI, México, 1987.

**CONFINAMIENTOS CONTROLADOS AUTORIZADOS DE  
RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES**

**CUADRO 6**

<b>EMPRESA</b>	<b>UBICACION</b>	<b>ACTIVIDAD EXTRA</b>	<b>TIPO DE SERVICIO</b>
<b>NO PELIGROSOS</b>			
<b>Fraccionadora Industrial del Norte, Finsa, Matamoros.</b>	Matamoros, Tamaulipas		Público
<b>Subtotal</b>	<b>1</b>		
<b>PELIGROSOS</b>			
<b>Residuos Industriales Multiquim, S.A. de C.V.</b>	Garza García, Nuevo León.	Recolección, transporte, reciclado, elaboración de combustible alterno.	Público
<b>Confinamiento Técnico de Residuos Industriales, S.A. de C.V. (Coterín).</b>	Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí.		Público
<b>Confinamiento fraccionamiento Las Víboras</b>	Hermosillo, Sonora		Público
<b>Ciba-Geigy Mexicana, S.A. de C.V.</b>	Carretera Guadalajara-Ocotlán, Jalisco.	Confinamiento de las cenizas de su incinerador.	Privado
<b>Kimberly Clark de México, S.A. de C.V.</b>	Carretera Cuautitlán de Romero Rubio, Edo. de México.		Privado
<b>Procesadora Mexicali, S.A. de C.V.</b>	San Luis, Rio Colorado; Mexicali, Baja California		Privado
<b>Industrias Químicas de México, S.A. de C.V.</b>	Tlaquepaque, Jalisco		Privado
<b>Subtotal</b>	<b>7</b>		

**FUENTE:** Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1993

## INCINERADORES DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES

CUADRO 7

TIPO DE RESIDUO	EMPRESA	TIPO DE SERVICIO	LUGAR
Productos farmacéuticos caducos y envases con plaguicidas	Bayer de México, S.A. de C.V.	Privado	Santa Clara, Edo.de México
Productos farmacéuticos caducos y químicos.	Ciba-Geigy de México, S.A. de C.V.	Privado	Atotonilquillo, Jalisco

FUENTE: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1993.

## EQUIPOS MOVILES PARA EL TRATAMIENTO DE RP EN EL LUGAR

CUADRO 8

E M P R E S A	A C T I V I D A D
GRUPO ECOLOGICO MUSA, S.A. DE C.V.	Recuperación, procesamiento, limpieza de residuos y subproductos de petróleo.

FUENTE: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

**PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS  
SOLIDOS INDUSTRIALES PELIGROSOS**

**CUADRO 9**

<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE INSTALACION</b>	<b>E M P R E S A</b>	<b>L U G A R</b>
7	Recicladora de solventes sucios	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Chemical Waste Management.</li> <li>•Reind Química, S.A. de C.V.</li> <li>•Química Omega, S.A. de C.V. (Mega Tank).</li> <li>•Química Fortek.</li> <li>•Solventes San Martín.</li> <li>•Recuperación industrial de residuos.</li> <li>•Química Wimer, S.A. de C.V.</li> </ul>	Carretera Tijuana-Ensenada, Baja California. Estado de México. Tenango del Valle, Edo. de México Chihuahua, Chihuahua. La Laguna, Amozoc. Hermosillo Sonora. Chalco, Estado de México
6	Recicladora de metales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Acumuladores Mexicanos, S.A. de C.V. (plomo)</li> <li>•Huersa, S.A. de C.V. (plomo).</li> <li>•Metrometal, S.A. de C.V. ( plomo)</li> <li>•Zinc Nacional, S.A. (cinc).</li> <li>•Maquiladora Russmet (aluminio).</li> <li>•Aluminio Zinc Industrial (aluminio).</li> </ul>	Monterrey, Nvo. León Ascención, Chihuahua Reynosa, Tamaulipas. Monterrey, Nvo. León. Tijuana, Baja California. Tlalnepantla, Edo. de Méx.
4	Recuperadora de aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Productos Texaco, S.A. de C.V.</li> <li>•Juan R. Santos Nieto.</li> <li>•Novaceites, S.A. de C.V.</li> <li>•Ecología y Lubricantes, S.A. de C.V.</li> </ul>	Querétaro, Querétaro. Nicolás Romero, Edo. de Méx. Monterrey, Nvo. León. Atizapán de Zaragoza, Edo de México.

**FUENTE:** Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1993.

## ALMACENES TEMPORALES DE RESIDUOS PELIGROSOS

CUADRO 10

E M P R E S A	U B I C A C I O N	A C T I V I D A D
Olimpia Industrial	Ciudad Juárez, Chihuahua.	Recolección y almacenamiento
Chemical Waste Management	Carretera Guadalajara-El Castillo.	Transferencia de RP y compactación de tambores vacíos.
Quimica Omega, S.A. de C.V.	Zapopan, Jalisco	Recolección, transporte y almacenamiento temporal.

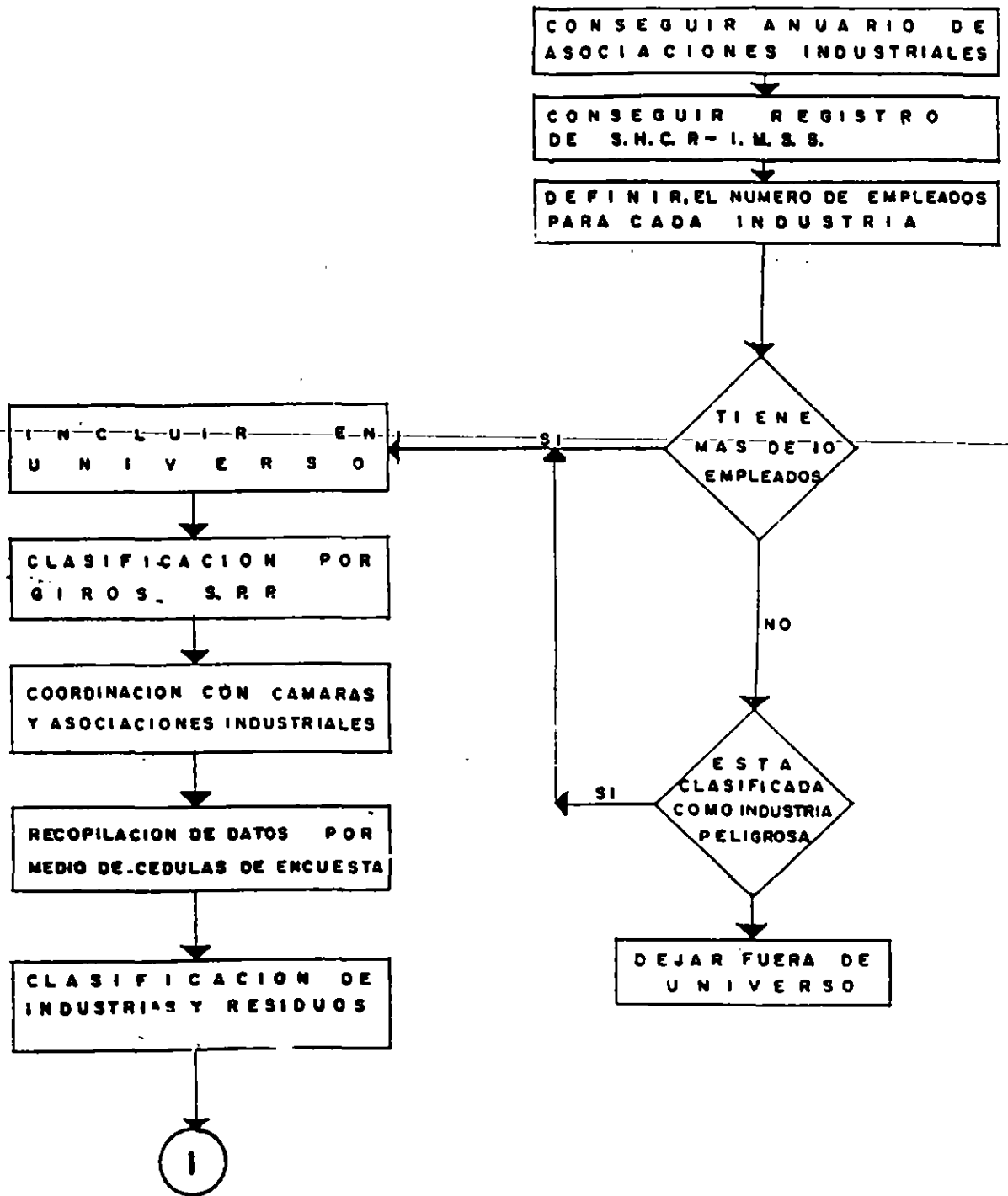
FUENTE: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1993.

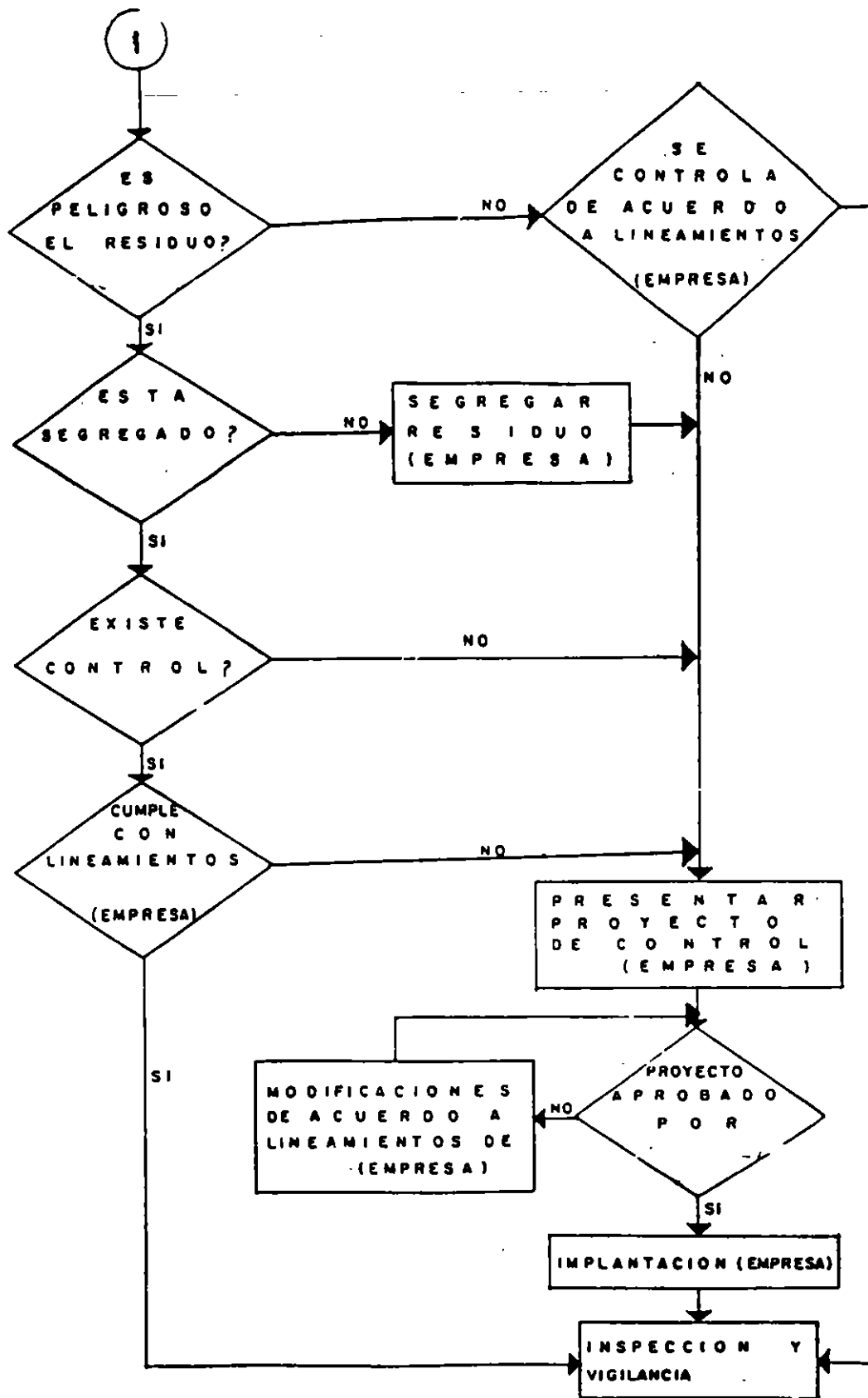


**FUENTE:** Regulación y Gestión de Productos Químicos en México, enmarcados en el Contexto Internacional, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1992.



# FLUJOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES PARA EL INVENTARIO DE FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES PELIGROSOS Y POTENCIALMENTE PELIGROSOS





INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

ENCUESTA INDUSTRIAL

I. INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA:

1.1. NOMBRE O RAZON SOCIAL \_\_\_\_\_

1.2. UBICACION: (CALLE Y NUMERO) \_\_\_\_\_

ENTRE \_\_\_\_\_ Y \_\_\_\_\_

COLONIA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO O DELEGACION \_\_\_\_\_ ENTIDAD FEDERATIVA \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

1.3. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES \_\_\_\_\_ TELEFONO (S) \_\_\_\_\_

1.4. LICENCIAS

1.4.1. LICENCIA SANITARIA No. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

1.4.2. LICENCIA INE No. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

1.5. CAMARA O ASOCIACION INDUSTRIAL A LA QUE PERTENECE \_\_\_\_\_

1.6. NOMBRE DEL RESPONSABLE LEGAL \_\_\_\_\_

1.7. FECHA DE INICIO DE OPERACIONES \_\_\_\_\_

1.8. CAPITAL CONTABLE \_\_\_\_\_

1.9. PERSONAL

1.9.1. NUM. DE EMPLEADOS \_\_\_\_\_ 1.9.2. NUM. DE OBREROS EN PLANTA: \_\_\_\_\_

1.10. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA: \_\_\_\_\_

2. PROCESO(S) ( )

2.1. NOMBRE: \_\_\_\_\_

2.2. MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN EL PROCESO (S):

2.2.1. \* CLAVE CRETIB

2.2.2. NOMBRE  
COMERCIAL Y QUIMICO

2.2.3. PROVEEDOR

2.2.4. TIPO DE  
ALMACENAMIENTO

2.2.5. CONSUMO  
MENSUAL

2.2.1. * CLAVE CRETIB	2.2.2. NOMBRE COMERCIAL Y QUIMICO	2.2.3. PROVEEDOR	2.2.4. TIPO DE ALMACENAMIENTO	2.2.5. CONSUMO MENSUAL

CLAVE CRETIB: CORROSIVO, REACTIVO, EXPLOSIVO, TOXICO, INFLAMABLE, y Biologicos-Infeciosos

2.3. DESCRIPCION DEL (LOS) PROCESO (S). ANEXAR HOJAS CON LA DESCRIPCION DEL PROCESO, DIAGRAMA DE FLUJO; INDICAR LA OPERACION DONDE SE GENERAN LOS RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES, SEÑALANDO CLARAMENTE CUALES SE CONSIDERAN TOXICOS.

2.4. HORAS DE OPERACION DE \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ HRS. \_\_\_\_\_ DIAS/ SEMANA \_\_\_\_\_ SEMANAS/AÑO.

2.5. PRODUCTOS:

2.5.1. CLAVE CRETI	2.5.2 NOMBRE COMERCIAL Y QUIMICO	2.5.3. TIPO DE ALMACENAMIENTO	2.5.4. CAPACIDAD INSTALADA	2.5.5. PRODUCCION MENSUAL
--------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------


2.6. SUBPRODUCTOS

2.6.1. CLAVE CRETI	2.6.2. NOMBRE COMERCIAL Y QUIMICO	2.6.3. TIPO DE ALMACENAMIENTO	2.6.4. PRODUCCION MENSUAL
--------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------


2.7. CICLO DE MAYOR PRODUCCION EN EL AÑO \_\_\_\_\_

## 3. CONTAMINACION

## 3.1. RESIDUO (S) GENERADO (S)

CLAVE CRETI	NOMBRE	COMPOSICION	CANTIDAD MENSUAL	MANEJO Y ALMACENAMIENTO INTERNO	MANEJO EXTERNO	CANTIDAD REUTILIZADA	CANTIDAD QUE VENDEN
-------------	--------	-------------	---------------------	------------------------------------	-------------------	-------------------------	------------------------


3.2. BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS): 3.2.1. CANTIDAD FUERA DE USO : \_\_\_\_\_ 3.2.2. CANTIDAD EN USO: \_\_\_\_\_

3.2.1.1. TIPO DE ALMACENAMIENTO: \_\_\_\_\_

3.3. RESIDUOS GENERADOS EN MANTENIMIENTO:

3.3.1. GRASAS \_\_\_\_\_ KG/MES      3.3.2. ACEITES \_\_\_\_\_ L/MES      3.3.3. SOLVENTES \_\_\_\_\_ L/MES  
3.3.4. OTROS (ESPECIFICAR) \_\_\_\_\_ KG o L/MES

3.4. LA EMPRESA ESTA INSCRITA EN LA BOLSA DE RESIDUOS INDUSTRIALES      SI ( )      NO ( )

3.5. RESIDUOS SOLIDOS NO INDUSTRIALES

3.5.1. OFICINAS \_\_\_\_\_ KG/MES      3.5.2. AREAS DE SERVICIO (COMEDOR, BAÑOS) \_\_\_\_\_ KG/MES  
3.5.3. ACTIVIDADES DE EMBALAJE (MADERA, CARTON, PLASTICO Y PAPEL) \_\_\_\_\_ KG/MES

3.6. RECOLECCION Y TRANSPORTE EXTERNO DE RESIDUOS

NOMBRE O RAZON SOCIAL \_\_\_\_\_ PERMISO DE SEDUE SI ( )      NO ( )

3.7. TIPO DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS (ANEXAR DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCION):

3.7.1. FISICO ( )      3.7.2. QUIMICO ( )      3.7.3. BIOLÓGICO ( )      3.7.4. RECICLAJE ( )  
3.7.5. OTROS ( ) ESPECIFIQUE \_\_\_\_\_

3.8. TIPO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE (ANEXAR CAPACIDAD Y TIPO DE EQUIPO UTILIZADO):

3.8.1. PROPIO ( )      3.8.2. CONTRATADO ( )  
3.8.2.1. PARTICULAR ( )      3.8.2.2. MUNICIPAL ( )      3.8.2.3. OTRO ESPECIFIQUE \_\_\_\_\_  
3.8.3. RAZON SOCIAL \_\_\_\_\_      3.8.4. LICENCIA SEDUE NUM. \_\_\_\_\_

3.9. METODO DE DISPOSICION FINAL:

3.9.1. RELLENO SANITARIO ( )      3.9.2. CIELO ABIERTO ( )      3.9.3. CEMENTERIO INDUSTRIAL ( )

3.9.4. OTRO ESPECIFIQUE ( ) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.10. RESPONSABLE DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL : \_\_\_\_\_

3.10.1. LICENCIA SEDUE NUM. \_\_\_\_\_

3.10.2. UBICACION \_\_\_\_\_

3.11. EPISODIOS (EMERGENCIAS) QUE HAYAN GENERADO RESIDUOS

a) FUGAS ( ); b) DERRAMES ( ); c) EXPLOSION ( ); d) INCENDIOS ( ); e) DERRUMBES ( )

CAUSAS DEL EPISODIO: \_\_\_\_\_

CANTIDAD Y TIPO DE CONTAMINANTES GENERADOS \_\_\_\_\_

3.12. ¿SE REQUIERE DE FINANCIAMIENTO PARA LA ADQUISICION DE MAQUINARIA Y EQUIPO O CAMBIOS EN EL PROCESO QUE PERMITAN ELIMINAR O MEJORAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES? SI ( ) NO ( )

3.13. ¿SE HA UTILIZADO ANTERIORMENTE FINANCIAMIENTOS PARA LOS FINES INDICADOS EN ? SI ( ) NO ( )  
POR QUE CANTIDAD \$ \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA INSTITUCION DE CREDITO Y LINEA CREDITICIA \_\_\_\_\_

3.14. ¿ SE CUENTA CON PERSONAL ENCARGADO DE VIGILAR Y ATENDER LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION? SI ( ) NO ( )

PROFESION O ESPECIALIDAD \_\_\_\_\_ PUESTO \_\_\_\_\_

DATOS DE LA PERSONA QUE PROPORCIONA LA INFORMACION POR PARTE DE LA EMPRESA:

NOMBRE: \_\_\_\_\_ PUESTO O CARGO: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ FIRMA : \_\_\_\_\_



## **Generación de Residuos Hospitalarios**

La cantidad de residuos sólidos generados en un establecimiento hospitalario es función de las diferentes actividades que en él se desarrollan y en consecuencia dependerá, entre otros factores, de la cantidad de servicios médicos ofrecidos en el establecimiento, del grado de complejidad de la atención prestada, del tamaño del hospital, de la proporción de pacientes externos atendidos y de la dotación de personal; no resultando fácil establecer relaciones simples que permitan estimar la cantidad de residuos sólidos producidos por un establecimiento hospitalario en función de tal diversidad de factores.

Lo anterior ha conducido, en la mayoría de los casos, a relacionar la cantidad promedio de residuos sólidos generados diariamente con el número de camas del hospital, obteniéndose así cifras que, si bien pueden estar sujetas a cierto grado de imprecisión, son de fácil manejo y aplicación.

---

A partir de los años setenta en adelante los países latinoamericanos han evidenciado un creciente interés sobre la materia, lo que tuvo como resultado la realización de diversos estudios tendientes a conocer la tasa de generación de residuos sólidos en los establecimientos hospitalarios. El análisis comparativo de los resultados obtenidos en estos estudios debe hacerse teniendo presente que las metodologías utilizadas en cada caso, e incluso las definiciones básicas adaptadas respecto de los residuos sólidos hospitalarios, fueron diferentes.

Las cifras promedio obtenidas en diversos países latinoamericanos para la generación de residuos sólidos en hospitales fluctúan entre 1,0 y 4,5 kg/cama/día, pudiéndose apreciar que dicha tasa de generación tiende a aumentar en el tiempo. Tal comportamiento coincide con la evolución mostrada por la tasa de generación de residuos sólidos hospitalarios en países desarrollados, si bien en estos últimos países las tasas actuales de generación de residuos son significativamente mayores a las que presentan los países en desarrollo. A modo de ejemplo, en Estados Unidos de Norteamérica se registran cifras del orden de 3,5 kg/cama/día para fines de la década del cuarenta, alcanzándose cifras superiores a 6 u 8 kg/cama/día para los años ochenta.

Las causas principales de este progresivo aumento de la tasa de generación de residuos sólidos hospitalarios son el continuo incremento de la complejidad de la atención médica y el uso creciente de material desechable.

**TASA DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS DE HOSPITALES  
EN ALGUNOS PAISES DE LATINOAMERICA**

PAIS	AÑO DEL ESTUDIO	GENERACION (KG/CAMA/DIA)		
		MIN	MED	MAX
CHILE	1973 <sup>(1)</sup>	0.97	-	1.21
VENEZUELA	1976 <sup>(2)</sup>	2.56	3.10	3.71
BRASIL	1978 <sup>(3)</sup>	1.20	2.63	3.80
ARGENTINA	1982 <sup>(4)</sup>	0.82	-	4.20
PERU	1987 <sup>(5)</sup>	1.60	2.93	6.00
ARGENTINA	1988 <sup>(11)</sup>	1.85	-	3.65
PARAGUAY	1989 <sup>(6)</sup>	3.00	3.80	4.50

**FUENTE:** Organización Panamericana de la Salud.

Consideraciones Sobre el Manejo de Residuos de Hospitales en América Latina.

Una de las formas para determinar la generación de residuos biológicos infecciosos de las Instituciones de Salud, es el número de camas por el índice promedio determinado con anterioridad.

### NUMERO DE CAMAS DE LAS INSTITUCIONES DE SALUD EN MEXICO

NIVEL	NUMERO DE CAMAS		TOTAL
	POBLACION DERECHAHABIENTE	POBLACION ABIERTA	
PRIMERO	3,137	8,484	11,621
SEGUNDO	32,722	56,196	88,918
TERCERO	16,260	31,849	48,109
<b>T O T A L</b>	<b>52,119</b>	<b>96,529</b>	<b>148,648</b>

### GENERACION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS DE LAS INSTITUCIONES DE SALUD EN MEXICO

INSTITUCIONES DE SALUD	GENERACION TON/CAMA/DIA	%
PRIMER NIVEL	43	8.0
SEGUNDO NIVEL	329	59.0
TERCER NIVEL	183	33.0
<b>T O T A L</b>	<b>550</b>	

FUENTE : INDICADORES BASICOS DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD 1993.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

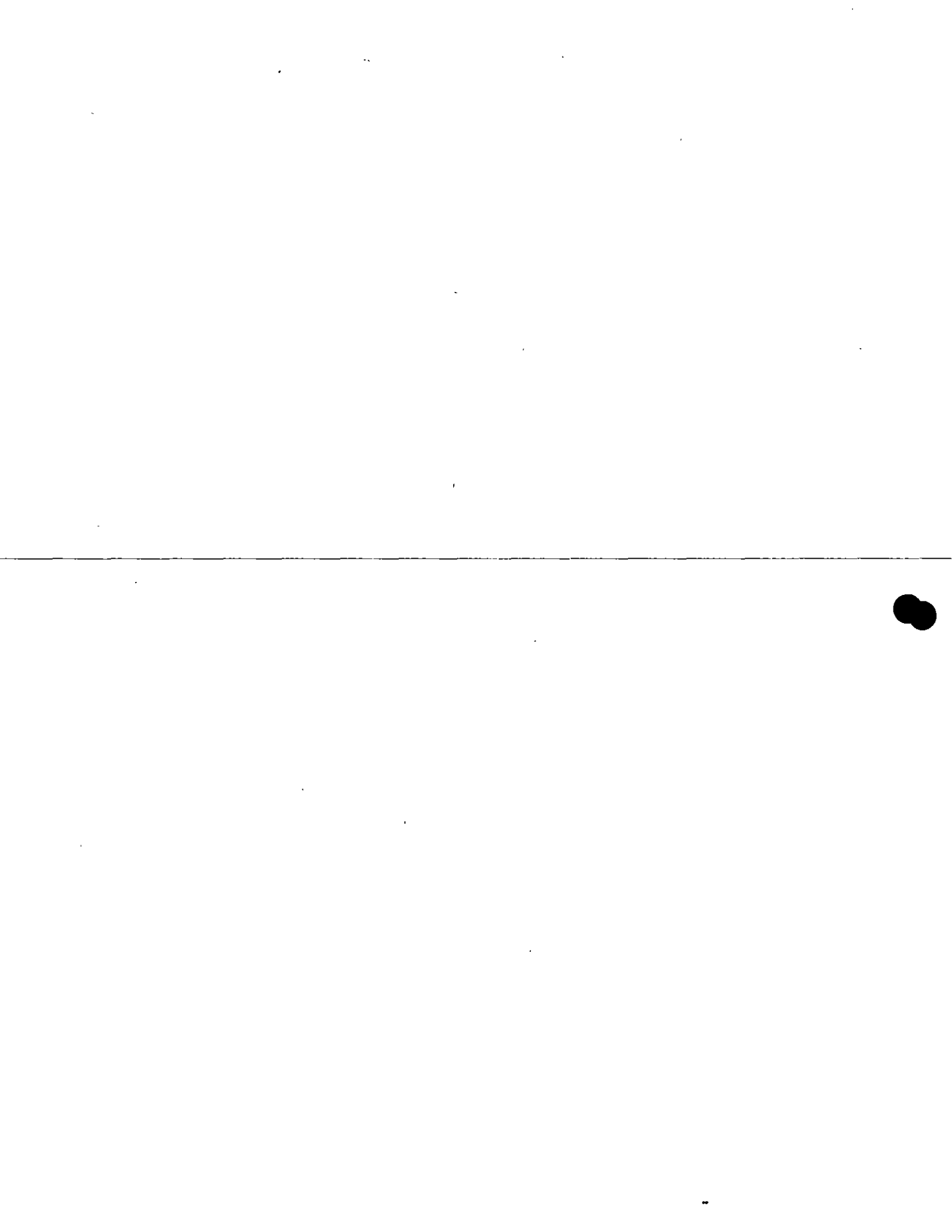
DIPLOMADO EN CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

MODULO II

TEMA

TECNOLOGIAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO  
DE RESIDUOS GENERADOS EN INSTALACIONES EN SALUD

ING. VICTOR M. FLORES VALENZUELA



TECNOLOGIAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO  
DE RESIDUOS GENERADOS EN INSTALACIONES DE SALUD.

ING. VICTOR M. FLORES VALENZUELA

MAYO, 1995

## I N T R O D U C C I O N

La población a nivel mundial continúa teniendo serios problemas con los residuos biológico infecciosos que se generan en unidades médicas, institutos de investigaciones de salud, veterinarias, laboratorios farmacéuticos y de análisis clínicos, así como también los generados en nuestros domicilios. En muchos países los gobiernos federales, estatales y municipales han hecho un gran esfuerzo para promulgar leyes y reglamentos para ayudar a solucionar los impactos que producen y reducir al máximo posible los reclamos o preocupaciones públicas, pero en la actualidad los problemas persisten. También se ha implementado una serie de políticas públicas, vistas como una forma de interesar a la población en la problemática del manejo adecuado de los residuos generados en establecimientos médicos y de salud.

En la actualidad se han sucedido una serie de acontecimientos como son : el vertido ilegal de residuos biomédicos mezclados con residuos municipales, tiraderos clandestinos en lugares aislados, así como la proliferación de enfermedades contagiosas, como es el caso del SIDA, HEPATITIS y COLERA entre otras. Esto ha sido objeto de manifestaciones y presiones continuas a los mandatarios y representantes de organismos responsables de la conservación del medio ambiente.

Así es como muchos países han acelerado en la década de los 90's la promulgación de leyes y reglamentos para el control de los residuos biológico infecciosos.

Lo anterior ha originado, que las empresas manufactureras de equipos para la recolección, almacenamiento, transporte y tratamiento de residuos biológico infecciosos, hayan modificado y/o diseñado nuevas tecnologías a fin de cumplir con las legislaciones vigentes. Cabe mencionar que en la mayoría de los países, se ha retardado la promulgación de las legislaciones, debido a los retrasos que se originan por el tiempo en que dura la revisión por los diferentes organismos correspondientes.

Por consiguiente, este trabajo pretende dar a conocer los procesos de tratamiento de los residuos biológico infecciosos más usados y aquellos que están en etapa de desarrollo cuyo objetivo es erradicar su potencial peligroso, para que posteriormente sean dispuestos en un relleno sanitario, sin causar ningún peligro a la población y al ambiente circundante.



O B J E T I V O

El objetivo principal de este tema es dar a conocer las tecnologías que se han desarrollado para el tratamiento de los residuos que se generan en las unidades de salud incluyendo laboratorios, centros de investigaciones y clínicas veterinarias. También se describirán en forma general las tecnologías que se encuentran a nivel de investigación.

## **PROCESOS DE TRATAMIENTO**

Para dar cumplimiento a dicho objetivo y a la Legislación Ambiental, se han desarrollado principalmente tres métodos para el tratamiento de los residuos biológico infecciosos, los cuales son :

- Esterilización
- Desinfección
- Descontaminación

### **Esterilización**

Es la destrucción de todas las formas de vida microbiana, incluyendo virus y hongos o bacterias endoesporas en superficies inanimadas.

### **Desinfección**

Es la reducción de vida microbiana a niveles a los cuales la infección no es probable, por ejemplo ; está libre de bacterias u hongos endoesporas.

### **Descontaminación/Sanitización**

Es la reducción de contenido microbiano en una superficie inanimada, a tal grado que un artículo es seguro para manejar.

Los desechos que aunque no son potencialmente infecciosos o resultan no-infecciosos por tratamiento, pueden aún ser estéticamente ofensivos o asustar. Pueden requerir por lo tanto, un tratamiento adicional ( por ejemplo : trituración ) para hacerlos irreconocibles. Estos desechos no representan un peligro para la salud pública, pero para estados en los cuales una de las metas de la administración de desechos médicos, es la de dirigir el miedo del público a estos desechos, la alteración de su apariencia física puede estar garantizada.

Estos métodos de tratamiento de residuos biológico infecciosos derivan en una serie de tecnologías, las cuales son principalmente :

- Incineración
- Esterilización
- Desinfección química ( hidropulpeo )
- Microondas
- Inactividad térmica

Entre otras, que se encuentran a nivel de experimentación como es el caso de :

- Irradiación ( Cobalto 60, Rayos UV )
- Pirólisis

- Ondas de radio a baja frecuencia ( Macroondas )
- Descontaminación química
- Antorcha de plasma
- Electroquemador

A continuación se presenta un resumen de las principales tecnologías desarrolladas y probadas en varios países, así como de las que aún se encuentran en la etapa de investigación, para el tratamiento de residuos biológico infecciosos.

## **Inactivación térmica**

La inactivación térmica, es un tratamiento por calor seco que puede ser aplicado a residuos biológico - infecciosos tanto líquidos como sólidos. En dicha técnica, el residuo sólido es calentado en un horno, el cual es generalmente operado por electricidad. El calor seco es un agente de tratamiento menos eficiente que el vapor, por lo tanto, son necesarias temperaturas más altas y ciclos de tratamiento más largos. Un ciclo típico para esterilización con calor seco es el tratamiento entre 160 y 170 grados centígrados, de 2 a 4 horas.

Entre sus ventajas, está la de ser una técnica que se usa para el tratamiento de residuos biológico infecciosos, generados en laboratorios. Entre sus desventajas encontramos que aunada a su reducida eficiencia, comparada con la esterilización de vapor, se presentan los requerimientos elevados de energía y tiempo, lo que la excluye del uso común para el tratamiento de residuos sólidos biológico infecciosos.

## **Esterilización por irradiación**

La esterilización por irradiación se encuentra todavía en la etapa de desarrollo. La experiencia adquirida hasta este momento es a través de la irradiación de suministros y componentes médicos, alimentos y otros productos de consumo, lo que proporciona una base para el desarrollo de técnicas para el tratamiento de residuos biológico infecciosos. Se hace notar que la esterilización por irradiación se lleva a cabo por radiaciones electromagnéticas o rayos gama, que son altamente penetrantes, así la esterilización se realiza por exposición del residuo a una fuente de radiación ionizante o rayos gama, en este caso cobalto 60, por un tiempo de exposición suficiente que da como resultado una dosis letal de radiación, obteniéndose un residuo estéril.

La mayor ventaja en este tipo de esterilización es que resulta más uniforme que la realizada con vapor, existiendo un alto nivel de seguridad de que el residuo sea completamente esterilizado. Por otro lado, tampoco hay incremento en el peso de los residuos y no deja calor residual en los mismos. Sus principales desventajas son : su alto costo de inversión, requiere de grandes espacios para la instalación, no reduce el volumen de los residuos y existen problemas con la disposición de la fuente radiactiva.

## **Esterilización por Microondas**

Es un proceso térmico que produce energía por medio de microondas para esterilizar el material, este calentamiento se presenta dentro del material, a diferencia de otros métodos de tratamiento de origen térmico, donde el residuo es calentado externamente. Los residuos procesados son primeramente triturados, humedecidos y son expuestos a una fuente de microondas en una cámara de calentamiento durante 25 minutos a una temperatura de 110 grados centígrados, asegurando con ello la destrucción de los microorganismos infecciosos. No obstante algunas ocasiones se ha encontrado que algunas esporas potencialmente infecciosas sobreviven. Una limitación de este sistema es que los desechos deben tener un contenido de humedad menor al 10%, menos del 1% en peso de metal, paquetes de un tamaño menor de 20" x 20" x 20" y piezas metálicas de un peso no mayor de 0.150 kg, por otro lado este sistema no acepta tratar residuos patológicos y peligrosos ( químicos, quimioterapia y radiactivos ).

Las ventajas de este sistema son : reducción de volumen, operación continua, no produce emisiones al aire ni descarga líquidos, puede ser móvil o fijo. Sus desventajas son : trituración de los residuos antes

de esterilizarlos, capacidad pequeña, alto consumo de energía, es una tecnología muy reciente, la evidencia es inconcluyente para probar si los residuos son efectivamente esterilizados.



## **Esterilización con gas / vapor**

La esterilización gas/vapor es un método que puede ser usado en el tratamiento de ciertos residuos biológico infecciosos, el cual consiste en exponer los residuos a altas concentraciones de un agente esterilizante durante un tiempo definido. Los agentes más comunmente usados son : óxido de etileno y formaldehído. El óxido de etileno es usado para esterilizar materiales termosensibles, aunque por su toxicidad no es recomendado. El formaldehído es utilizado para esterilizar objetos o equipos utilizados para seguridad biológica.

Las ventajas que tiene este tratamiento son : que puede tratar materiales termosensibles y equipos para disposición, que han sido utilizados para seguridad biológica. Las desventajas de este tratamiento son : tanto el óxido de etileno como el formaldehído son carcinógenos, hay peligro latente de exposición a los gases residuales emitidos por las sustancias empleadas en el tratamiento; se necesita equipo especial y personal capacitado; los residuos generados y el material utilizado necesitan de un tratamiento antes de su disposición final.

## **Esterilización con vapor**

Este proceso utiliza vapor saturado dentro de un tanque a presión y temperatura suficiente para eliminar los agentes biológico infecciosos presentes en los residuos, tales como cultivos de laboratorio y sustancias contaminadas con microorganismos infecciosos. Hay tres diferentes sistemas de esterilización con vapor.

El sistema por gravedad inyecta vapor presurizado en la cámara forzando la evacuación del aire. Típicamente este sistema opera a temperaturas cercanas a los 121 grados centígrados, con rangos de presión entre 17 a 18 psig. El tiempo letal para esporas en este tipo de sistema, bajo condiciones ideales es aproximadamente de 12 minutos. Sin embargo, en la práctica actual, los desechos deben ser expuestos aproximadamente una hora y media para que el vapor penetre en la masa del residuo y se obtengan resultados satisfactorios.

El sistema por pre-vacío utiliza bombas de vacío para extraer el aire de la cámara. Este vapor es capaz de penetrar los residuos a una gran velocidad. Regularmente, este sistema opera a una temperatura de 132 grados centígrados con un rango de presión de vapor de 27-32 psig. Se estima que en el tiempo de muerte de las esporas es de 2 minutos en condiciones óptimas. No

obstante, en realidad estos sistemas toman aproximadamente 45 minutos para conseguir la penetración en la masa de residuos para una esterilización total.

El sistema de retorta por lo general es usado para propósitos comerciales, ellos son diseñados para manejar grandes volúmenes de residuos diariamente. Este sistema opera a temperatura arriba de 204 grados centígrados con presiones de vapor mayores a 300 psig. En teoría la muerte de las esporas puede ser lograda a menos de 1 minuto.

Sin embargo, el residuo es expuesto más tiempo para asegurar la penetración del vapor y la esterilización total.

La esterilización con vapor depende de diversos factores. En primer lugar, es esencial para todos los residuos sean expuestos al contacto directo con el vapor, ya que la penetración del vapor es el factor crítico para un tratamiento efectivo y eficiente.

Para que esto se lleve a cabo es necesario que el aire sea completamente desplazado de la cámara de tratamiento, ya que la presencia del aire residual dentro de la cámara puede impedir la esterilización efectiva al reducir la máxima temperatura de vapor, sin considerar la presión. Por otro lado, el tiempo de residuo debe ser tomada en cuenta, así el residuo biológico

infeccioso con baja densidad es más dócil para la esterilización con vapor, que los residuos de alta densidad, tales como partes del cuerpo de gran tamaño, cantidades grandes de residuos de animales de laboratorio y fluídos que inhiben la penetración directa del vapor y requieren tiempos grandes de esterilización. También hay otros residuos como aquellos que encierran peligro a causa de su potencial tóxico hacia los operadores, como son aquellos residuos que contengan drogas antineoplásticas, químicos tóxicos, o químicos que podrían ser volatilizados por el vapor.

El proceso de esterilización con vapor debe ser monitoreado periódicamente para comprobar que los procedimientos están siendo realizados adecuadamente y el equipo está funcionando apropiadamente. Por esto, se debe utilizar un indicador biológico que monitoree efectivamente tanto el tiempo como la temperatura que son los parámetros de los cuales depende este tratamiento.

## Desinfección química / hidropulpeo

Este tratamiento se base en la adición de un compuesto químico que mata o inhibe el desarrollo de los agentes biológico infecciosos presentes en los residuos.

Generalmente se utiliza una solución de hipoclorito de sodio como desinfectante de dichos residuos. El proceso consiste en un transportador inclinado el cual alimenta un triturador.

Una vez que los residuos han pasado a través de este triturador inicial, caen dentro de un molino de martillos el cual transforma los residuos a un tamaño de partícula de aproximadamente 0.5 centímetros.

Conforme el residuo pasa a través del sistema de trituración, espreado con una solución de hipoclorito de sodio la cual esteriliza los residuos. Cuando los residuos han pasado por el molino de martillos, se forma entonces una pulpa de residuos granulados con la solución clorada. Estos dos últimos son separados usando un transportador perforado, la solución es conducida al drenaje municipal o es recirculada a un sistema independiente. Los desechos granulados son

descargados a un carro o empaquetados para su disposición final.

El tiempo de contacto de la solución de los residuos durante el proceso de formación de la pulpa en los equipos reductores de tamaño es de vital importancia, pues en caso de no ser suficiente no se logra una homogenización, lo que redundaría en que en algunas partes de la masa formada no se eliminaran totalmente los agentes biológicos infecciosos.

Dentro de las ventajas de este sistema, se tiene que hay una reducción sustancial en el volumen de los residuos y los torna inocuos, además altera la forma y apariencia del residuo.

Mientras que las desventajas son : riesgos a la salud durante la operación y fragmentación debido a la formación de aerosoles y la posibilidad de generar patógenos aerotransportables, asociados a las actividades inherentes al mantenimiento del sistema fragmentador, que pudo haber sido contaminado por los residuos, asimismo, los altos costos de funcionamiento del molino de martillos y su mantenimiento. Además, genera contaminación por ruido durante su funcionamiento. Por otro lado, el líquido efluente, tiene un alto contenido orgánico, esto dificulta llevar a cabo la prueba microbiológica en la pulpa, consecuentemente

sólo se puede asumir que los residuos están siendo apropiadamente esterilizados. Este sistema no es apropiado para tratar desechos patológicos, peligrosos o residuos provenientes del área de quimioterapia.

## **Incineración**

Es un proceso de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, el cual consiste en la transformación de los materiales combustibles en un producto gaseoso y sólido relativamente inerte y libre de microorganismos, en base a una combustión controlada vía oxidación a altas temperaturas ( 800 a 1500 grados centígrados ). El producto gaseoso que se genera esta compuesto principalmente de elementos que se encuentran en la atmósfera ( bióxido de carbo y vapor de agua ), aunque también hay emisiones de diferentes compuestos y metales ( CO, NOx, SO2, HCL, As, Cd, Hg, etc. ) y su cantidad está en función del contenido de estos elementos en los residuos a procesar. El residuo sólido producto de la incineración está formado por materiales incombustibles ( latas, vidrio, metales y cenizas ). Este proceso incluye diferentes equipos anticontaminantes cuya eficiencia depende de los parámetros permisibles establecidos y en cada lugar donde se desarrolle. Para asegurar una combustión completa de los residuos, libre de olores y emisiones contaminantes se requiere antes de diseñar o seleccionar un incinerador, conocer las características físico químicas de los residuos, así como, la regulación ambiental de la localidad con fin de seleccionar técnica y ambiental-



mente los equipos adecuados.

Los incineradores típicos para residuos sólidos biológico infecciosos, son de doble cámara y diseño modular de aire controlado, están diseñados bajo condiciones del 100 % de aire en exceso. El 25% de aire entra en la cámara de combustión de los residuos y el 75% a la cámara post-combustión donde se incineran los gases producto de la oxidación de los residuos, los incineradores de pequeña y mediana capacidad ( 50-300 kg ) por lo general son de operaciones intermitentes ( máxima operación 8 horas ) y son normalmente de parrillas fijas; cuando son de capacidad mediana estos tienen un sistema de parrillas para mover los residuos en la cámara de combustión y expulsar las cenizas fuera de ellas, para el manejo de capacidades mayores ( más de 500 kg/hr ), se utilizan incineradores de operación continua de tipo modular con alimentador automático, evacuador de cenizas, parrillas cenizas o móviles; u horno rotatorio, dependiendo de la cantidad de residuos que se maneja. En los incineradores modulares y de parrillas fijas es necesario mantener dos o tres quemadores continuamente encendidos para poder asegurar una combustión completa a diferencia de los otros incineradores donde solo requieren un quemador para ignición de los residuos o para la oxidación de gases.

Dentro de las ventajas de la incineración tenemos la destrucción total de microorganismos, acepta cualquier tipo de residuos biológico infecciosos, químicos y de quimioterapia, gran reducción de la masa y el volumen de los residuos, se requieren mínimos espacios, capacidad ilimitada, es el proceso más conocido y aceptado, reduce los costos de transporte y disposición, además de la factibilidad de recuperación de energía. Entre sus desventajas : los altos costos de inversión, el requerir de equipo anticontaminante y el personal altamente capacitado para su operación.

## **Antorcha de Plasma**

Este sistema se ha desarrollado a menor escala en países Europeos, Estados Unidos y Japón, para el tratamiento de residuos hospitalarios y de desechos industriales peligrosos.

El principio es una pirolisis a muy alta temperatura. La energía es proporcionada por antorchas dispuestas alrededor de un crisol calentado a 1500°C. El gas es introducido a 4000°C, pudiendo alcanzar hasta 10,000°C. El plasma se puede definir como un estado de la materia obtenido cuando ocurre una disposición de las moléculas en fase gaseosa con ionización de los átomos bajo el efecto de muy altas temperaturas. El plasma se obtiene por la propulsión de un gas bajo presión, llamado gas plasmágeno, en un arco eléctrico continuo entre dos electrodos, el gas plasmágeno utilizado es generalmente aire, también existe la posibilidad de usar  $CO$  ,  $CO_2$ .

La antorcha de plasma presenta la ventaja de producir pocos residuos que se presentan bajo la forma de granulos vitrificados estériles; un porcentaje mínimo no

quemados en las escorias ( inferior a 0.5 % ) y una recuperación de energía. La principal desventaja de este proceso es su costo elevado de inversión y operación.

## **Electroquemador**

Este proceso es un quemador clásico con sobrecalentamiento eléctrico de la llama para lograr temperaturas muy altas.

La temperatura, se puede modular jugando sobre la relación gas comburente/eléctricidad y el factor aire. El tratamiento de los humos producidos con un factor de aire inferior a 1. Existe la posibilidad de avivar la llama de arribo de desechos particularmente contaminados, como los desechos de diálisis, con un alcance de temperatura de 2300°C.

## **Macroondas**

Las macroondas son ondas de radio de baja frecuencia, que tratan al residuo por desactivación electro - térmica. El calor producido por las ondas, matan a los patógenos ocasionadores de enfermedades, a través del residuo.

Las ventajas de este sistema son : no generan emisiones de aire o agua y los materiales tratados son : reciclables. Sus desventajas son : no acepta residuos patológicos, químicos o peligrosos.

## **Descontaminación Química**

Es un sistema de tratamiento muy reciente. El sistema procesa residuos biológico infecciosos, usando un sistema electrocatalítico. El sistema significativamente destruye cualquier organismo viviente conocido, por la temperatura de oxidación de la solución, ácidos y actividad química.

El sistema requiere recipientes a presión y solamente cantidades normales de corriente eléctrica.

## Selección de alternativas de tratamiento

De los diferentes procesos de tratamiento existentes y que están surgiendo actualmente para la eliminación del potencial peligroso de los residuos generados en unidades médicas, se observa en base al análisis realizado, que algunos están en fase de experimentación, otros no son aceptados por no ser muy efectivos técnicamente y por último que solo la incineración y la esterilización con vapor son los métodos más aceptados por las diferentes agencias regulatorias y están implementados en diversos países.

Realizando un análisis comparativo para hacer la elección de aquel que presente las mejores características técnicas y se adapte a nuestras necesidades. Se tiene que, a excepción del proceso de incineración, que acepta cualquier tipo de residuo, todos los demás tratamientos tienen restricciones respecto al residuo que pueden procesar, a la vez que es el único que puede asegurar que deje los residuos totalmente estériles, cuando es convenientemente operado, además no necesita un monitoreo frecuente. En cambio los otros procesos no aseguran la esterilización



y se deben monitorear constantemente para rectificar que se están llevando a cabo correctamente, y aun así, hay algunos que no lo pueden confirmar.

En cuanto a la reducción del volumen, la incineración proporciona el porcentaje mayor 80% o más, mientras que la esterilización no tiene ningún cambio y las otras tecnologías lo hacen en un 60% por si mismas, a excepción del sistema de microondas que necesita un compactador subsecuente para alcanzar dicho porcentaje. Asimismo, la incineración concede una reducción en peso del 95%, el hidropulpeo duplica el peso; las microondas incrementan el peso en un 60% y todos los demás tratamientos no le afectan. Estos parámetros inciden directamente en los costos de transporte y disposición final de los residuos por consiguiente, la incineración reduce considerablemente dichos costos. Igualmente trata grandes cantidades de residuos que los otros procesos no podrían aceptar. Además de poder recuperar la energía generada y obtener un beneficio más.

Sin embargo se debe tomar en cuenta que este proceso tiene algunas desventajas como son los altos costos de inversión inicial, requiere de personal capacitado, y de equipo anticontaminante. De estas desventajas la de mayor peso es la del equipo anticontaminante ya que aumenta tanto la inversión inicial como los costos de

mantenimiento, si este equipo no existe dichos costos disminuirán considerablemente casi a la par o menos que los otros sistemas.

Respecto a la esterilización con vapor, también puede tratar todo tipo de residuo, con la restricción de que estos tienen que ser de baja densidad, esto quiere decir que los residuos patológicos, esqueletos, partes corporales y lechos de animales, sangre humana y productos de sangre deben de ser de tamaño pequeño y estar en poca cantidad para que se realice con facilidad la penetración directa del vapor y se lleve a cabo con efectividad la esterilización.

Las desventajas son : si los residuos anteriormente mencionados están en grandes cantidades y tamaños mayores se inhibirá la penetración de vapor y requerirá mayor tiempo y consumo de energía para la esterilización; además de no aceptar residuos químicos y de quimioterapia y de no procesar grandes cantidades.

Por consiguiente, se tienen dos opciones las cuales se pueden conjuntar o utilizarse individualmente según se adapten a las necesidades que se presenten, debido a que cada una presenta sus ventajas y desventajas respecto a los diferentes parámetros que se manejen.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de tratamiento de residuos generados en instituciones de salud representan una carga técnica - económica para cada generador, cuando la aplicación y operación de estos sistemas es adecuada, se tiene la seguridad que se esta salvaguardando la salud del personal, pacientes, trabajadores y población en general. En base a las características técnicas que presentan cada una de las tecnologías analizadas, así como los resultados obtenidos en cada país donde se han desarrollado, a continuación se concluye y recomienda lo siguiente :

Las tecnologías más viables técnica y ambiental- mente para el tratamiento de los residuos biológicos infecciosos son la esterilización y la incineración.

La incineración es la única tecnología que acepta residuos con diferentes características físico- químicas y biológicas; además de que asegura la destrucción total de la fracción infecciosa y/o

peligrosa de los residuos, siendo el tratamiento "ideal". Sin embargo, sus desventajas principales son el uso de sistemas anticontaminantes que son muy costosos y al rechazo de la comunidad por sus emisiones a la atmósfera, aún cuando éstas son mínimas.

El otro tratamiento más utilizado es la esterilización con vapor, el cual trata la mayoría de los residuos a excepción de químicos, de quimioterapia y patológicos, que aunque éstos últimos podrían ser tratados se excluyen por el alto consumo en tiempo y energía que necesitarían para llevar a cabo dicha esterilización.

La selección de cualquier tipo de tratamiento debe considerar las características físico-químicas y biológicas de los residuos a tratar, cantidad, y el cumplimiento de las regulaciones existentes, así como el costo capital, operación y mantenimiento.

Finalmente, es muy importante que se cuente con un plan maestro que contemple la recolección separada de los residuos que se generen en una unidad médica, esto es con el objeto de minimizar al máximo la cantidad de residuos biológicos infec-

ciosos y/o peligrosos, que requieran someterse a un tratamiento especial y por ende reducir los costos asociados por este concepto y el tamaño del sistema de tratamiento a seleccionar.

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

- Shuler, Stephen E.  
Estate of the Art Treatment Technologies for  
Medical Waste Disposal and Impact on New  
Regulation.  
Joy Energy System, Inc., Boston, Mass. 1990
  
- Shuler, Stephen E.  
Medical Waste Incineration  
Joy Energy System, Inc., Boston, Mass. 1990
  
- Rutala, Willian A.  
Management of Infectious Waste from Hospital  
Infeccion Control, Vol. 4, No. 4, 1981  
Disposal of Solid Wasted from Hospital.  
Center for Disease Control, Atlanta, 1980
  
- EPA Guide for Infectious Waste Management  
U.S. Environmental Protection Agency Office of  
Solid Waste Washington, D.C. 1986
  
- Monreal, Julio  
Consideraciones sobre el Manejo de Residuos de  
Hospitales en America Latina. ( Traducción del  
Ingles ). OPS/OMS, 1991.

- Medical Waste Management ( Special report )  
National Solid Wastes Management Association  
Washington, D.C., 1989
  
- Darcey, Susan  
Infectious Waste: A. Contagious Concern  
World Wastes, July 1988
  
- Airan, Damodars, ASCE, A.M., Bell, John M.  
Hospital Solid Waste Management: A case Study  
Journal of the Environmental Engineering  
Division.  
Washington, D.C. August, 1980
  
- Council of State Governments  
Model Guidelines for States Medical Waste  
Management.  
Iron Works Pike Pro Box 1910  
Lexington, KY 00578-1910  
Julio 1992.
  
- EPA Hand Bouk  
Operation and Maintenance of Hospital Medical  
Waste, Incinerators.  
Center for Enviromental Research  
Information - Enero 1990

- Pirrier, Rosset.  
Desechos Hospitalarios Peligrosos  
Ministere de L'Environnement  
14, Br, Du General Leclec  
Paris, Francia
  
- Brunner, C.R.  
Incineration Systems and Desing.  
Van Mostrand REinhold Compana,  
1984
  
- Reporte Técnico  
Enviromental Revin of Incineration Technologies  
Instituto for Local Self - Reliance







**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

MODULO II

TEMA:           INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO  
                  Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS  
                  PELIGROSOS EN MEXICO.

ING. FULGENCIO AGUILAR

## PROCESO LEGISLATIVO SEGUIDO EN MEXICO

CONSTITUCION DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

EN 1917, LA CONSTITUCION DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, ESTABLECIO CON CLARIDAD QUE "BAJO CRITERIOS DE EQUIDAD SOCIAL Y PRODUCTIVIDAD, SE APOYARA E IMPULSARA A LAS EMPRESAS DE LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO DE LA ECONOMIA, SUJETANDOLAS A LAS MODALIDADES QUE DICTE EL INTERES PUBLICO Y AL USO, EN BENEFICIO GENERAL, DE LOS RECURSOS PRODUCTIVOS, CUIDANDO SU CONSERVACION Y EL MEDIO AMBIENTE".

LEY FEDERAL PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

ESA VISION AMPLIA DE LOS CONSTITUYENTES, LAMENTABLEMENTE NO SE APOYO EN UNA REGLAMENTACION APLICABLE. ASI, TIENEN QUE PASAR 54 AÑOS ANTES DE QUE SE ELABORARA LA PRIMERA LEY FEDERAL PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL Y 11 MAS PARA QUE SE FORMULACEN LOS 3 REGLAMENTOS QUE LA HICIERON APLICABLE. NINGUNO DE ELLOS INCLUYO EL CONCEPTO DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES.

TOMANDO COMO BASE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, SE FORTALECEN LAS DISPOSICIONES PREVIAMENTE EXISTENTES PARA LA PREVENCION Y CONTROL - DE LA CONTAMINACION DE LOS SUELOS POR RESIDUOS SOLIDOS Y QUE EN FORMA RESUMIDA ES LA SIGUIENTE:

NO.	DENOMINACION	APLICA AL TIPO DE RESIDUO
1	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.	SOLIDOS
17	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	MUNICIPAL
1	REGLAMENTO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS	PELIGROSOS
7	NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS	PELIGROSOS
6	ACUERDOS PARA DAR A CONOCER LOS FORMATOS EN LOS QUE LA INDUSTRIA NACIONAL DEBE DECLARAR EL VOLUMEN Y TIPO DE RESIDUOS PELIGROSOS	PELIGROSOS
1	ACUERDOS DE MANIFESTACION PARA EMPRESAS GENERADORAS EVENTUALES DE RESIDUOS DE BIFENILOS POLICLORADOS.	BIFENILOS POLICLORADOS
1	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACION DE LA IMPORTACION Y EXPORTACION DE MATERIALES Y RESIDUOS	MOVIMIENTO DE MATERIALES Y RESIDUOS
1	CATALOGO OFICIAL DE PLAGUICIDAS (1988)	AGROQUIMICOS (DEROGADO)
1	CATALOGO OFICIAL DE PLAGUICIDAS (1991)	AGROQUIMICOS

JUEVES  
28/ENE/88

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE.

- LUNES  
06/JUN/88      NTE-CRP-001-88  
ESTABLECE LOS CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y EL LISTADO DE LOS MISMOS.
  
- LUNES  
06/JUN/88      NTE-CRP-008-88  
ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS AL CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS EXCEPTO LOS RADIATIVOS.
  
- VIERNES  
25/NOV/88  
PAG. 52  
REGLAMENTO DE LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.
  
- MIERCOLES  
14/DIC/88      NTE-CRP-002-88  
PAG. 20  
ESTABLECER LOS PROCEDIMIENTOS PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DE EXTRACCION PARA DETERMINAR LOS CONTITUYENTES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD AL AMBIENTE.
  
- MIERCOLES  
14/DIC/88      NTE-CRP-003/88  
ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA INCOMPATIBILIDAD ENTRE DOS O MAS DE LOS RESIDUOS CONSIDERADOS COMO PELIGROSOS POR LA NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP.001-88.
  
- MIERCOLES  
14/DIC/88      NTE-CRP-010-88  
PAG. 9  
ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACION DE CELDAS DE CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS DETERMINADOS POR LA NORMA TECNICA ECOLOGICA NTE-CRP-001-88.
  
- MIERCOLES      ACUERDO  
3-MAYO-89  
DAN A CONOCER LOS FORMATOS EN LOS QUE LA INDUSTRIA NACIONAL DEBE DECLARAR EL VOLUMEN Y TIPO DE GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS, SEÑALADOS EN EL REGLAMENTO.
  
- VIERNES  
8/SEP/89      NTE-CRP-009-89  
ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA RESIDUOS PELIGROSOS.
  
- VIERNES  
10/NOV/89      ACUERDO  
FORMATO DE MANIFESTACION PARA EMPRESAS GENERADORAS EVENTUALES DE RESIDUOS DE BIFENILOS POLICLORADOS (BPC), PROVENIENTES DE EQUIPOS ELECTRICOS.
  
- MIERCOLES  
13/DIC/88      NTE-CRP-011/89  
ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA LA OPERACION DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.
  
- VIERNES  
6/ABRIL/1990      PROCEDIMIENTOS  
AUTORIZACION DE LA IMPORTACION Y EXPORTACION DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA  
PROTECCION AL AMBIENTE

I ALCANCE FEDERAL:

CAPITULO II

ARTICULO 5.- SON ASUNTOS DE ALCANCE GENERAL EN  
LA NACION O DE INTERES DE LA FEDE  
RACION.

FRACCION XIX.- LA REGULACION DE LAS ACTIVIDADES -  
RELACIONADAS CON MATERIALES O RESI  
DUOS PELIGROSOS.

CAPITULO III

ARTICULO 134

FRACCION I

FRACCION II

FRACCION III

ARTICULO 135

FRACCION II

FRACCION III

FRACCION IV

ARTICULO 136

FRACCION I

FRACCION II

FRACCION III

FRACCION IV

ARTICULO 142

ARTICULO 143

CAPITULO V

ARTICULO 150

ARTICULO 151

ARTICULO 152

ARTICULO 153

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

- ARTICULO 4o.-                   COMPETE A LA SECRETARIA:**
- FRACCION III.-                   CONTROLAR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS QUE SE GENERAN EN LAS OPERACIONES Y PROCESOS DE EXTRACCION, BENEFICIO, TRANSFORMACION, PRODUCCION, CONSUMO, UTILIZACION Y DE SERVICIOS.**
- FRACCION IV.-                   AUTORIZAR LA INSTALACION Y OPERACION DE SISTEMAS PARA LA RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, ALOJAMIENTO, REUSO, TRATAMIENTO, RECICLAJE, INCINERACION Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.**
- FRACCION VI.-                   AUTORIZAR AL GENERADOR Y A LAS EMPRESAS DE SERVICIOS DE MANEJO, PARA LA REALIZACION DE CUALQUIERA DE LAS OPERACIONES DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.**
- FRACCION VIII.-                EXPEDIR LOS INSTRUCTIVOS, FORMATOS Y MANUALES NECESARIOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PRESENTE REGLAMENTO.**
- FRACCION X.-                   AUTORIZAR LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE INSTALACIONES PARA EL TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACION DE LOS RESIDUOS.**

**SECOFI**

SECRETARÍA DE ECONOMÍA Y PROMOCIÓN INDUSTRIAL

**BOLSA DE RESIDUOS INDUSTRIALES**

**LISTA DE OFERTAS Y DEMANDAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES**

OCTUBRE DE 1990.

OFERTAS NUMERO DE REGISTRO	DESCRIPCION DEL RESIDUO	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD / PERIODICIDAD
<b>SECTOR QUIMICO</b>			
9-8007 9-8007 9-8007 9-8007 9-8008	CHICOTALENDO RESIDUOS CLORADOS PESADOS AERALTENOS CATAJAZONES DIVERSOS ADOOTADOS CLORACETALDEHIDO RESIDUOS PARAFINICOS DE LAMPARA DE TANGUES SODAS GASTADAS FENOLICAS SELECNOR ASFALTICOS CAL ADOOTADA Lodos blancos de PRETRATAMIENTO DE AGUA	CHICOTALENDO 8 85% 1.2 UNCLORACETALDO 10 0% M. Vn 41 8% AZUFRE 8 8% SOLUCION AL 77 4% INDICACIONES PARAFINICOS 77%	9 5 TONNADA 18 TONNADA 10,000 TONC D. 194 M3/C D. 35 TONNADA
9-8009 9-8009 9-80010 9-80011	POLIMEROS SODAS GASTADAS FENOLICAS SELECNOR ASFALTICOS CAL ADOOTADA Lodos blancos de PRETRATAMIENTO DE AGUA POLIMEROS GRABO CATAJAZADOR ADOOTADO Y/O USADO PROB	SOLUCION 300 TAMBORES DE LAMINA DE 200 LTR. OXIDO DE CALCIO 48 0% CaCO3 100% N2O3 100% MATERIAL DE ALTO PESO MOLECULAR A GRANEL Y BOLBAS DE PLASTICO	3000 M3/C D. 100,000 LTR/C D. 100 TONC D. 120 M3/C D.
9-80012 9-80013 9-80014 9-80015	ALUMINA USADA Y/O ADOOTADA HS 201 CATAJAZADOR ADOOTADO Y/O USADO VIBRO COQUE	AL2 O3 93 86% 300 TAMBORES DE LAMINA DE 200 LTR.	80 M3/C D. 800 TONC D. 48 TONC D. 80 TONC D.
9-80016	COQUE	CANCON FLUO 88 8% W DENSIDAD 1 864 GR/CC AZUFRE TOTAL 7 4% CaF2 92 18% DE FLUORURO DE CALCIO Y Ca 4 24% CINCH 3 ACERTE 88% TAMBORES DE 200 LTR.	80,000 TONC D.
9-80017	FLUORITA	DE 78 A 80% DE HS 804 DE CONCENTRACION	98 TONC D. 80 TONC D.
9-80018 9-80018	PARAFINA TIPO G1-80 CONTAMINADA LOTE DE ACEITES LUBRICANTES FUERA DE ESPECIFICACION ACIDO SULFURICO GASTADO	DE 78 A 80% DE HS 804 DE CONCENTRACION	148 TAMBOR D. 808 TONNADAS
9-0201	ACIDO SULFURICO GASTADO	DE 78 A 80% DE HS 804 DE CONCENTRACION	8 5 TONNADAS 8 5 TONNADAS
18-0021 15-0121	MEMBRONA DE ALUMINIO AME ZCLA ACETATO (SCORNFELD, TERPLINO)	DE 78 A 80% DE HS 804 DE CONCENTRACION	8 5 TONNADAS 8 5 TONNADAS
<b>SECTOR PLASTICO</b>			
9-0801	POLIPROPILENO	NATURAL, DIFERENTES COLORES Y PRESENTACIONES	8 TONNADAS
9-0801 9-1131 15-1131	POLILETILENO A.D. SOPLADO POLILETILENO POLICLOURO DE VINILO (PVC)	MATERIAL MOLDO, BOLBAS PLASTAS Y FILAS DIVERSIFICADO, VARIOS	18 TONNADAS 8 TONNADAS 8 TONNADAS
<b>SECTOR PAPEL Y CARTON</b>			
9-1321	PAPEL SEMI KRAFT	A GRANEL	2 TONNADAS
<b>SECTOR HULE</b>			
15-1821	HULE ESPUMA	RECORTIE	1 TONNADAS
<b>SECTOR TEXTIL</b>			
9-0802	RETAZOS DE TELA DE POPELON	POLYESTER 80%, ALGODON 20%, EN CIRCUO RETAZOS DE 10 A 20 MTS. DE LARGO	8 TONNADAS
<b>SECTOR VIDRIO</b>			
9-0101	VIDRIO, PEDACERIA	A GRANEL	8 TONNADAS
<b>SECTOR METALMECANICO</b>			
9-0121	REBASAS DE ACERO Y MANCO, TROQUELADOS	VARIOS CALIBRES 4 TONNADAS	100 TONNADAS 18 TONNADAS 30 TONNADAS
9-0171 9-0172 9-0172 9-0211	COBRE ALUMINIO PLOMO POLYMEROS DE CUBIOTE	PI DACILINA, A GRANEL PELME LRA Y PETRETA, A GRANEL LARGOTE 78% 35% PLOMO 4 80%, COBRE 1 31%, ESTANIO 8 48%	8 TONNADAS 50 TONNADAS 2 TONNADAS 12 TONNADAS
9-0452 15-0812 18-1031 24-0081	BRONCE ACERO, ALAMBRE DE ESTANIO, HELIATA DE TAMBORES DE LAMINA	EN HELIOS PI DACILINA, A GRANEL 200 LITROS DE CAPACIDAD	8 TONNADAS 50 TONNADAS 2 TONNADAS 12 TONNADAS

DEMANDAS	DESCRIPCION DEL RESIDUO	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD / PERIODICIDAD
9-1301	SECTOR OTROS	ALMODO DE 24	5 TONNADAS
9-0811	SECTOR QUIMICO	ACIDO SULFURICO GASTADO	DE 80-85% DE HS 804 DE CONCENTRACION
18-0081	SECTOR PLASTICO	POLILETILENO DE ALTA Y BAJA DENSIDAD	TRAS, PELICULA ETC 25 TONNADAS
9-0341	SECTOR HULE	LANTAS USADAS DE HULE	RENOVABLES
9-0101	SECTOR VIDRIO	BOTELLA DE RECHABLE	VIDRIO, TAMAÑO ECONOMICO
9-0101 9-0218 9-0221 9-0222 9-0223 18-0027 24-0081	SECTOR METALMECANICO	PLOMO COBRE ALUMINIO, PEDACERIA DE BRONCE, PEDACERIA DE COBRE, PEDACERIA DE ACERO, CHATARRA DE ZANAH	300 TONNADAS 18 TONNADAS 100 TONNADAS 30 TONNADAS 30 TONNADAS 25 TONNADAS 18 TONNADAS

ABREVIATURAS:

C.D. CANTIDAD DISPONIBLE

ESTOS MATERIALES SON GENERADOS POR DIFERENTES INDUSTRIAS EN LAS QUE SE INCLUYE PEMEX

PARA OBTENER INFORMACION DE LAS OFERTAS Y DEMANDAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES O SI DESEA OFRECER O ADQUIRIR OTROS RESIDUOS FAVOR DE DIRIGIRSE A:  
DIRECCION GENERAL DE LA INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUENA Y DE DESARROLLO REGIONAL  
BOLSA DE RESIDUOS INDUSTRIALES

PERIFERICO SUR 3025-6° PISO  
COL. HEROES DE PADIERNA,  
10700 MEXICO, D.F.  
TEL.: 595-19-41  
683-70-55  
EXT. 2627, 2628 Y 2635

6/17



**PROCEDIMIENTO QUE DEBE CUMPLIR UNA EMPRESA PARA OBTENER LA AUTORIZACION DE INSTALACION Y OPERACION PARA OTORGAR SERVICIO EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS (ESTACION DE TRANSFERENCIA, RECICLADORAS, INCINERADORES, CONFINAMIENTOS CONTROLADOS)**

REQUISITO	ESPECIFICACION	MARCO LEGAL
CARTA INTENCION A LA DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.	INDICANDO EL ALCANCE DEL ESTUDIO; ASI COMO EL TIPO DE RESIDUO, INSTALACION, AREA GEOGRAFICA DE INFLUENCIA Y TIPO DE ADMINISTRACION.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE (ARTICULO 5° FRACCION XIX Y 6° FRACCIONES XII Y XIII).
PLAN RECTOR DEL USO DEL SUELO.	REMITIR COPIA ACTUALIZADA DE LA AUTORIZACION DE USO DEL SUELO OTORGADA POR EL GOBIERNO ESTATAL Y/O MUNICIPAL.	LEY DE OBRAS PUBLICAS.
CUMPLIR CON EL MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL.	PRESENTAR MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA MODALIDAD QUE SEÑALE LA DIR. GRAL. DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE ARTICULOS 28, 29, 31, 32, 33 Y 34.
CUMPLIR CON EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	ANEXAR A LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EL ESTUDIO DE RIESGO EN LA MODALIDAD QUE SEÑALE LA DIR. GRAL. DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE ARTICULO 32.
OBTENER LA AUTORIZACION PREVIA DEL SITIO PARA LA INSTALACION Y CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA. (EXCLUSIVAMENTE PARA CONFINAMIENTO CONTROLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS)	PRESENTAR ESTUDIO GEOFISICO Y GEOHIDROLOGICO DEL SITIO PROPUESTO.	NOM-CRP-004-ECOL/93 SELECCION DE SITIOS PARA CONFINAMIENTOS CONTROLADOS.
PRESENTAR EL PROYECTO EJECUTIVO DE LA INSTALACION PARA SU REVISION Y AUTORIZACION.	REMITIR LOS ESTUDIOS, PROCESOS, DIAGRAMAS, PLANOS, ESPECIFICACIONES, GUIAS MECANICAS, MEMORIAS DE CALCULO, ASI COMO DISEÑOS Y MANUALES DE OPERACION, TOMANDO EN CUENTA LAS NORMAS TECNICAS VIGENTES O LOS TERMINOS DE REFERENCIA RESPECTIVOS Y DEBIDAMENTE COMPLEMENTADOS CON LOS PLANOS, CORTES Y DETALLES A ESCALA, DE CADA UNA DE LAS PARTES INTEGRANTES DEL PROYECTO.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE ARTICULO 8° FRACCION XI; ARTICULO 9° APARTADO "A" FRACCION IX.
PRESENTAR PRUEBAS DE ENSAYE. (PROTOCOLO DE PRUEBAS)	REALIZAR LA SUPERVISION Y PRUEBAS PREVIAS DE LAS INSTALACIONES, EQUIPOS PARA ESTABLECER CONDICIONANTES, ESPECIFICACIONES Y EFICIENCIAS EN LA OPERACION DE LA ESTACION. (AIRE, RESIDUOS SOLIDOS Y SEGURIDAD)	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS ARTICULO 10.
OBTENER LA AUTORIZACION DE FUNCIONAMIENTO EN MATERIA DE CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.	ACATAR LAS CONDICIONANTES FIJADAS EN LA AUTORIZACION DEL FUNCIONAMIENTO CORRESPONDIENTE, EN FUNCION DEL ANALISIS DEL PROYECTO EJECUTIVO Y EL RESULTADO DEL PROTOCOLO DE PRUEBA.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE ARTICULO 145.

6/1/12



# SEDESOL

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA  
DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.

PARA SER LLENADO POR LA DGNA.

SOLICITUD N° \_\_\_\_\_ RAZON SOCIAL \_\_\_\_\_

ESTADO: \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD SOLICITADA \_\_\_\_\_ F. I. O. \_\_\_\_\_

REGULARIZACION :  SI  NO      EMPRESA NUEVA :  SI  NO

PARA DAR CUMPLIMIENTO A LOS ARTICULOS 151 DE LA LEY GENERAL DEL EQUI LIBRO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE Y AL 10 DEL REGLAMENTO EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS, SOLICITO SE ME AUTORICE REALIZAR EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS, PARA LO CUAL ANEXO LA SIGUIENTE -- INFORMACION.

1.- DATOS DEL REPRESENTANTE DE LA EMPRESA.

1.1.- EL SUSCRITO \_\_\_\_\_

EN MI CARACTER DE (REPRESENTANTE LEGAL, PROPIETARIO, GERENTE ETC.)

\_\_\_\_\_ DE LA EMPRESA --

(RAZON SOCIAL) \_\_\_\_\_

1.2.- CON DOMICILIO PARA RECIBIR Y OIR NOTIFICACIONES :

CALLE \_\_\_\_\_ COL. \_\_\_\_\_

MUNICIPIO O DELEGACION \_\_\_\_\_

ENTIDAD FEDERATIVA \_\_\_\_\_ TEL. \_\_\_\_\_

NOTA: ESTA SOLICITUD DEBERA PRESENTARSE EN ORIGINAL Y DOS COPIAS.

8/14

**2.- INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA**

2.1.- NOMBRE Y RAZON SOCIAL \_\_\_\_\_

2.2.-UBICACION (CALLE Y N°) \_\_\_\_\_

COLONIA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO O DELEGA-  
CION: \_\_\_\_\_

ENTIDAD FEDERATIVA \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_

2.3.- REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES \_\_\_\_\_

2.4.- LICENCIAS CON QUE CUENTA (DEPENDENCIA, N° Y FECHA ) :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.5.- FECHA DE INICIO DE OPERACIONES \_\_\_\_\_

2.6.- ACTIVIDAD QUE REALIZA(RA) LA EMPRESA.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.7.- PERSONAL QUE LABORA(RA) PARA LA EMPRESA.

N° DE EMPLEADOS \_\_\_\_\_

TECNICOS Y OBREROS: \_\_\_\_\_

TURNOS DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

### 3.- CROQUIS O PLANO DE LOCALIZACION

EN UN PLANO U HOJA TAMAÑO CARTA DEBERA APARECER LA INFORMACION SIGUIENTE:

LA MANZANA Y EL LUGAR QUE OCUPA EL PREDIO DENTRO DE ESTA.

NOMBRE DE LAS CALLES QUE RODEAN EL PREDIO.

TIPO DE ZONA (INDUSTRIAL, HABITACIONAL, ETC) DONDE SE UBICA EL PREDIO, SE DEBERA ANEXAR LA LICENCIA DE USO DEL SUELO -- CORRESPONDIENTE, EN COPIA.

DISTANCIAS APROXIMADAS EN DIRECCION DE ZONAS HABITACIONALES O CENTROS DE REUNION MAS PROXIMOS. UBICACION DE LINEAS DE -- ALTA TENSION MAS PROXIMAS, GASODUCTOS, CUERPOS DE AGUA MAS -- PROXIMOS AL PREDIO DONDE SE TRATARA EL RESIDUO, POZOS DE -- ABASTECIMIENTO DE AGUA Y/O LINEAS DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE.

### 4.- DESCRIPCION DETALLADA DEL SISTEMA MEDIANTE EL CUAL SE MANEJAN LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

#### 4.1.- GENERACION DEL RESIDUO PELIGROSO POR MANEJAR.

EN ANEXO DEBERA PRESENTAR UNA RELACION DE LAS PERSONAS FISICAS O MORALES QUE GENERAN EL RESIDUO QUE MANEJARA LA EMPRESA. NOMBRE, DIRECCION, TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS: CANTIDADES Y CLAVE CRETI DE LOS MISMOS. ASIMISMO, CUALES Y -- POR CUANTO TIEMPO LOS ALMACENA LA EMPRESA GENERADORA. SE DEBERA ACLARAR SI EL GENERADOR CUENTA CON LOS MANIFIESTOS ANTE LA SEDESOL DE GENERADOR Y EL DE ENTREGA-TRANSPORTE Y RECEPCION DE RESIDUOS PELIGROSOS.

#### 4.2.- RECOLECCION DE LOS RESIDUOS.

EN ANEXO SE REALIZARA UNA DESCRIPCION DE LA FORMA EN QUE SE RECOLECTA EL RESIDUO, PARA LLEVARLO AL ALMACENAMIENTO, RECI-CLAJE, INCINERACION, DISPOSICION FINAL O REUSO SIN TRATAMIENTO. SE DEBERAN DAR DATOS SOBRE LA EMPRESA TRANSPORTADORA, VEHICU-LOS EMPLEADOS, PROTECCION DE OPERARIOS; EQUIPOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, REGISTROS Y PERMISOS DE LA S.C.T. QUE SE TENGAN PARA LOS TRANSPORTES. ASIMISMO RUTAS Y HORAS-- RIOS QUE SE SIGUEN DESDE EL DOMICILIO DEL GENERADOR HASTA LA ENTREGA DEL RESIDUO.

**4.3.- ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS ANTES DE SU TRATAMIENTO, DISPOSICION FINAL O REUSO SIN TRATAMIENTO.**

EN ANEXO SE REALIZARA UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA EN QUE SE ALMACENAN LOS RESIDUOS. ESPECIFICAMENTE EN LO QUE RESPECTA A UBICACION DEL AREA DE ALMACENAMIENTO, CON RESPECTO A OTRAS AREAS; MEDIDAS DE SEGURIDAD U OBRAS EN EL AREA. ASIMISMO, SE DEBERA INDICAR LAS REDES DE DRENAJE O DE AGUA QUE SE UBIQUEN EN LAS AREAS DE ALMACENAMIENTO Y CARACTERISTICAS DE LOS LOCALES DEL ALMACEN ( CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, MATERIALES CON QUE ESTA CONSTRUIDO, VENTILACION, TECHOS, PISOS E ILUMINACION ).

**4.4.- TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.**

EN ANEXO SE DEBERA PRESENTAR UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OPERACIONES Y/O PROCESOS QUE REALIZA LA EMPRESA PARA TRANSFORMAR LOS RESIDUOS CON FINES PRODUCTIVOS. SE PRESENTARA UN DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES EFECTUADAS Y LOS PUNTOS DONDE SE GENEREN RESIDUOS O CONTAMINANTES.

ADEMAS, SE PRESENTARA UNA RELACION Y CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS O MAQUINARIA EMPLEADA EN EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS, PLANOS DE UBICACION DE LAS AREAS DE TRATAMIENTO Y DEL CONJUNTO EN GENERAL.

**4.5.- REUSO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS YA TRATADOS O REUSADOS SIN NINGUN TRATAMIENTO.**

**4.5.1. REUSO DE RESIDUOS PELIGROSOS TRATADOS.**

EN ANEXO SE PRESENTARA UNA RELACION DE LAS PERSONAS FISICAS O MORALES QUE REUSAN EL RESIDUO TRATADO, ESPECIFICAMENTE EN LO QUE RESPECTA A CANTIDADES, TIPO Y CARACTERISTICA DEL RESIDUO POR REUSAR.

**4.5.2. REUSO DE RESIDUOS PELIGROSOS SIN TRATAMIENTO.**

EN ANEXO SE DEBERA PRESENTAR UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA, PROCESO O ACTIVIDAD EN LA QUE SE EMPLEA EL RESIDUO PELIGROSO, ASI COMO LAS CANTIDADES EMPLEADAS.

**5.- DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS RESULTANTES DEL TRATAMIENTO.**

EN ANEXO SE DEBERA PRESENTAR UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA EN QUE SE DISPONEN LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL TRATAMIENTO DADO A LOS RESIDUOS PELIGROSOS. ESPECIFICAMENTE EN LO QUE SE REFIERE A CANTIDADES GENERADAS, CARACTERISTICAS DEL RESIDUO Y EL MANEJO QUE SE LE DA PARA SU DISPOSICION FINAL.

## 6.- CONFINAMIENTOS CONTROLADOS DE RESIDUOS PELIGROSOS

CUANDO SE PRETENDA REGULARIZAR LA AUTORIZACION O INSTALACION NUEVA DE UN CONFINAMIENTO CONTROLADO PARA LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS, EL REPRESENTANTE DE LA EMPRESA EN ANEXO DEBERA PRESENTAR LA INFORMACION SIGUIENTE:

CARACTERISTICAS DEL SITIO SELECCIONADO PARA CONSTRUIR O DONDE OPERA EL CONFINAMIENTO EN ASPECTOS GEOHIDROLOGICOS, HIDROLOGICOS, ECOLOGICOS, CLIMATICOS, CENTROS DE POBLACION, SISMICOS, TOPOGRAFICOS Y ACCESOS.

ASIMISMO LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS CON QUE CUENTA O CONTARA EL CONFINAMIENTO, EN LO REFERENTE A AREAS, CERCAS, CASETAS - DRENAJES, INSTALACIONES, SERVICIOS, SEÑALAMIENTOS, POZOS DE MONITOREO Y LABORATORIO; MEDIDAS DE CONTROL DE CONTINGENCIA - Y AREA DE AMORTIGUAMIENTO; CELDAS DE CONFINAMIENTO Y TRATAMIENTO Y ZONAS RESTRINGIDAS.

ADEMAS SE DEBERA PRESENTAR UNA DESCRIPCION DETALLADA DE LA FORMA EN QUE SE OPERA EL CONFINAMIENTO, DESDE QUE LLEGA EL RESIDUO HASTA SU CONFINAMIENTO FINAL EN LA CELDA RESPECTIVA, ESPECIFICAMENTE EN LO REFERENTE A REGISTROS Y BITACORAS DE RECEPCION DE RESIDUOS; PESAJE, ANALISIS, TRATAMIENTOS Y CONFINAMIENTO EN CELDAS Y MONITOREOS.

## 7.- PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

EN ANEXO LA EMPRESA PRESENTARA UNA DESCRIPCION DE LAS ACCIONES, MEDIDAS, OBRAS, EQUIPOS, INSTRUMENTOS O MATERIALES CON QUE CUENTA PARA CONTROLAR CONTINGENCIAS AMBIENTALES DEBIDAS A EMISIONES DESCONTROLADAS, FUGAS, DERRAMES, EXPLOSIONES, INCENDIOS - QUE SE PUEDAN PRESENTAR EN TODAS LAS OPERACIONES QUE REALIZA LA EMPRESA EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

## 8.- MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

EN EL CASO DE LAS EMPRESAS DE NUEVA CREACION Y LAS QUE INICIARON OPERACIONES DESDE EL 8 DE JUNIO DE 1988, QUE TRATEN, CONFINEN O ELIMINEN RESIDUOS PELIGROSOS ESTAN OBLIGADOS A PRESENTAR A LA SECRETARIA UNA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL. POR TAL MOTIVO Y EN CASO DE QUE EL SOLICITANTE, ESTE BAJO TAL SITUACION DEBERA ANEXAR A LA PRESENTE COPIA DEL DICTAMEN APROBATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA DIRECCION GENERAL CORRESPONDIENTE DE LA SEDESOL.

LAS EMPRESAS QUE INCIARON OPERACIONES ANTES DEL 8 DE JUNIO DE 1988, QUE TRATEN, CONFINEN O ELIMINEN RESIDUOS PELIGROSOS DEBERAN PRESENTAR TAMBIEN A LA SECRETARIA UNA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD GENERAL. POR LO CUAL, LA EMPRES.

QUE ESTE EN ESTA SITUACION DEBERA ANEXAR A LA PRFSENTE COPIA DEL DICTAMEN EMITIDO POR EL AREA RESPECTIVA DE LA SEDESOL, REFERENTE A LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS QUE SE DEBAN LLEVAR A CABO.

9. -- PAGO DE DERECHOS

SE DEBERA ANEXAR A ESTA SOLICITUD COPIA DEL PAGO DE DERECHOS POR CADA AUTORIZACION QUE SE PRETENDA OBTENER PARA LAS EMPRESAS QUE YA OPERAN SISTEMAS DE RECOLECCION, ALMACENAMIENTO, -- TRANSPORTE, ALOJAMIENTO, REUSO, TRATAMIENTO, RECICLAJE, INCINERACION O DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.

PARA LAS EMPRESAS NUEVAS EL PAGO DE DERECHOS SE REALIZARA PREVIO AL RECIBO DE LA AUTORIZACION CORRESPONDIENTE.

MANIFESTAMOS QUE LOS DATOS PRESENTADOS EN ESTA SOLICITUD SON CIERTOS Y QUE SE PUEDEN SUJETAR A LA VERIFICACION POR PARTE DE LA SEDESOL, LA QUE EN CASO DE ENCONTRAR FALSEDAD EN LA INFORMACION APLICARA LAS SANCIONES QUE CORRESPONDAN DE ACUERDO CON LA LEGISLACION VIGENTE Y NEGAMOS LA AUTORIZACION CORRESPONDIENTE.

LUGAR Y FECHA

NOMBRE Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA.

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE TECNICO DE LA INFORMACION.

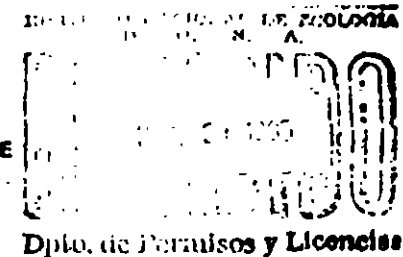
## DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL

## EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS

CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE

EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART.10)

RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1996. TOTAL DE EMPRESAS: 100



I. RECICLAJE DE SOLVENTES LUCIOS		NOMBRE	DIRECCION
1.- QUIMICA OMEGA, S.A. DE C.V. (OMEGA TANK) No 9-11-PS-II-01-93 INSTALACION DE TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE SOLVENTES.	TECAMACHALCO No 16 2do PISO LOMAS DE CHAPULTEPEC, MEXICO, D.F. TEL: 282-4722, 282-8236	11.- QUIMICOMPUSTOS, S.A. DE C.V. No 19-21-PS-V-02-93 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO TEMPORAL Y RECICLADO	AV. DE LA FUNDACION No 318 COL. PARQUE INDUSTRIAL ESCOBEDO, ESCOBEDO, NUEVO LEON ING. EDMUNDO SILLAS
2.- SOLVENTES SAN MARTIN No 21-15-PS-V-02-93 RECICLAJE DE SOLVENTES USADOS Y LAVADO DE TAMBORES.	EX-RANCHO SAN JOSE LA LAGUNA, AMOZOC, PUEBLA ROSARIO VAZQUEZ MARIN TEL: 91-227-10434; 104-85	12.- ECOQUIM No 19-21-PS-V-04-94 RECOLECCION, TRANSPORTE Y RECICLADO DE SOLVENTES Y MEZCLAS ACUOSAS CON LAVADO DE TAMBORES	AV. DEL ACERO No 102 COMPLEJO INDUSTRIAL MARIANO ESCOBEDO, NVO LEON ING. MARCELO FERNANDEZ TEL: 384-8421, 384-8245, FAX: 349-8301
3.- RECUPERACION INDUSTRIAL DE DESECHOS LIC. No. 4601 RECICLAJE DE SOLVENTES	PLOMO No 33 PARQUE INDUSTRIAL DE HERMOSILLO, SONORA. TEL: 51-0076, 51-0401	13.- PROVEEDORES QUIMICOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V. No 22-14-PS-V-01-94 RECOLECCION, TRANSPORTE Y RECICLAJE DE SOLVENTES, NATAS DE PINTURA Y EMULSIONES ACEITE-AGUA	ACCESO II No 14 FRACC. INDUSTRIAL BENITO JUAREZ, QUERETARO, QRO ING. ALEJANDRO MOISIDELES TEL: 17-0141, 17-0497
4.- QUIMICA OMEGA, S.A. DE C.V. LIC No. 4501 RECICLAJE DE SOLVENTES	CALLE LINCE No 9 PARQUE INDUSTRIAL TENANGO DEL VALLE, EDO DE MEXICO TEL: 282-4732 Y 282-8236	14.- TIZAGUIM, S.A. DE C.V. No 13-69-PS-V-01-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECICLADO DE SOLVENTES	LOTE 5 SUBDIVISION 15 MZNA 8 CD. INDUSTRIAL TIZAYUCA, HIDALGO ING. FRANCISCO CADENA URIBE TEL: 91-771-82920
5.- REIND QUIMICA, S.A. DE C.V. No 15-29-PS-V-04-94 RECICLADO DE SOLVENTES Y RECONDICIONAMIENTO DE TAMBORES	CAMINO ANTIGUO A CHIMALHUACAN S/N SAN JOSE CHICOLAOPAN, CHICOLAOPAN DE JUAREZ, EDO DE MEXICO TEL: (91-592)15-378; 15320, 15921; 15938	<b>II.- ACEITES LUBRICANTES USADOS</b>	
6.- RESIDUOS INDUSTRIALES MULTIGUIM, S.A. DE C.V. PLANTA TIJUANA (ANTES CHEMICAL WASTE) LIC No 4453 OFICIO No 411-4132 DEL 21 DE JUNIO-89 RECICLADO DE SOLVENTES	KM 14 5 CARR. TIJUANA-ENSENADA, B C GENE DAVIDSON, GERENTE GENERAL TEL: 91-150-84-1735	1.- PRODUCTOS TERAGO, S.A. DE C.V. (UNIDAD DE RECOLECCION) No 15-33-PS-II-02-93 RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	AV. CENTRAL No 615 COL. JARDINES DE MORELOS, ECATEPEC, EDO DE MEXICO ING. FRANCISCO RANGEL TEL: 836-4924, 25 Y 28
7.- QUIMICA OMEGA, S.A. DE C.V. No 15-90-PS-V-06-93 RECOLECCION, TRANSPORTE Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS PARA ELABORAR COMBUSTIBLE ALTERNO.	LINCE No 2 COL. PARQUE INDUSTRIAL, TENANGO DEL VALLE, TENANGO DEL VALLE, EDO DE MEXICO LIC. JAVIER GUERRA TEL: 282-4722, 282-8036	2.- JUAN R. SANTOS NIETO No 15-60-PS-III-01-93 RECOLECCION Y REUSO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	DOMICILIO CONOCIDO PRIMER BARRIO DE CAHUACAN NICOLAS ROMERO, EDO DE MEXICO TEL: 91-599-24044
8.- QUIMICA WIMMER, S.A. DE C.V. No 15-25-PS-V-06-93 RECICLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS	CALLE TECAMAZUCHITL S/N COL. AMPLIACION STA. CATARINA, CHALCO, EDO DE MEXICO TEL: 847 0203, 830 3092; 800 0203, 060-1649	3.- NOVACEITES, S.A. DE C.V. OFICIO No A00 D09A 3393 DEL 16/04/93 MANEJO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	SIMON HERRERA Y LEYVA No 212-A COL. BUROCRATAS, MONTERREY, NUEVO LEON TEL: 73-7708, 73-9729
9.- RECICLADOS CALIFORNIA LIC No. 7820 RECOLECCION, TRANSPORTE Y RECICLADO DE SOLVENTES.	CALLE 9 SUR No. 113 CIUDAD INDUSTRIAL MESA DE OTAY, TIJUANA, B.C. TEL: 23-5611	4.- PRODUCTOS TERAGO, S.A. DE C.V. LIC No 0020 DE LA BEDEBOL, QRO RECICLADO DE ACEITE LUBRICANTE USADO	PLANTA INDUSTRIAL EN QUERETARO OFICINAS INSURGENTES SUR No. 1822 COL. FLORIDA, MEXICO, D.F. SR. CRUZ RUDEIRO TEL: 277-6361 DIRECTO
10.- SOLVER, S.A. DE C.V. No 2-4-PS-V-01-93 RECOLECCION, TRATAMIENTO Y RECICLADO DE SOLVENTES	MESETA DEL CHEMA No 2500 COL. MONTE DE LOS OLIVOS, TIJUANA, B.C. LIC. DOMINICO HERRERA TEL: 91 06 84-1432	5.- ECOLOGIA Y LUBRICANTES, S.A. DE C.V. No 15-13-PS-V-03-93 RECICLADO DE ACEITE LUBRICANTE USADO RECOLECCION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS No 3 MEXICO NUEVO, ATIZAPAN DE ZARAGOZA, EDO DE MEXICO. TEL: 822-5616, 822-5843



**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA**

**DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL**

**EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS**

**CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE**

**EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART.10)**

**RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1995. TOTAL DE EMPRESAS: 100**

NOMBRE	DIRECCION	NOMBRE	DIRECCION
6.- PRODUCTOS LUBRIFORM, S.A. DE C.V. No. 8-3-PS-V-02-93 TRATAMIENTO "IN SITU" DE ACEITES INDUSTRIALES.	RUMANIA No 923 BENITO JUAREZ, D.F. SR. JORGE ELIZARRAZ TEL: 604-8394; 604-8688	3.- QUIMICA OMEGA, S.A. DE C.V. No. 14-120-PS-II-01-93 RECOLECCION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL.	INDUSTRIA MECANICA No. 2188 FRACC INDUSTRIAL ZAPOPAN NORTE, ZAPOPAN, JALISCO TEL: 202-7544
7.- JOSE L VAZQUEZ MARIN Y/O ROSARIO VAZQUEZ MARIN No. 21-5-PS-V-03-94 RECOLECCION, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS.	DOMICILIO CONOCIDO EN EL EX-RANCHO SAN JOSE LA LAGUNA AMOZOC, PUEBLA. TEL: 91-227-10434; 104-85	4.- PACIFIC TREATMENT ENVIRONMENTAL SERVICES, S.A. DE C.V. No. 2-4-PS-II-02-93 RECOLECCION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL.	CALLE DOS ORIENTE No. 6926 CD INDUSTRIAL NUEVA TIJUANA, TIJUANA, B.C. TEL: 9166-235200
8.- MARIA LAURA PEREZ MUÑOZ No. 21-114-PS-II-01-94 RECOLECCION, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	MORELOS ORIENTE SIN LOTE 48 COL. IGNACIO ROMERO VARGAS, PUEBLA, PUEBLA. TEL: 48-1839	5.- PROAMBIENTE, S.A. DE C.V. No. 19-21-PS-II-03-94 RECOLECCION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL.	AV. DEL ACERO No. 104 COL. PARQUE INDUSTRIAL MARIANO ESCOBEDO, ESCOBEDO NUEVO LEON
9.- C. JOSE M. LAGO CASAREZ SERVICIOS DE MEJORAMIENTO ECOLOGICO. No. 31-30-PS-II-01-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACEN TEMPORAL Y ENTREGA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	CALLE 49 No. 380 MÉRIDA, YUCATAN SR. JOSE M. LAGO CASAREZ TEL: 24-2982	6.- QUIMICA OMEGA, S.A. DE C.V. No. 24-28-PS-II-03-94 RECOLECCION, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL.	CARR. A ZACATECAS No. 430 FRACC. STA. ROSA, S.L.P. TEL: 202-7544; 202-7412
<b>III.- ALMACENAMIENTO TEMPORAL</b>			
10.- PROAMBIENTE, S.A. DE C.V. (ESTACION TLALNEPANTLA) No. 15-104-PS-II-11-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	VIA GUSTAVO BAZ No. 4865 COL. BARRIENTOS, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO TEL: 310-2400, 310-1525	<b>IV.- CONFINAMIENTOS CONTROLADOS</b>	
11.- MAQUILADORA DE LUBRICANTES, S.A. DE C.V. No. 19-39-PS-V-08-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECLADO DE ACEITES HIDRAULICOS USADOS	PORFIRIO TREVIÑO ARREOLA No. 233 COL. DEL NORTE, MONTERREY, NUEVO LEON	1.- RESIDUOS INDUSTRIALES MULTIQUM, S.A. DE C.V. No. 19-37-PS-VII-01-93 RECOLECCION, TRANSPORTE, TRATAMIENTO, RECICLO, ELABORACION DE COMBUSTIBLE ALTERNO Y CONFINAMIENTO CONTROLADO	AV. LAZARO CARDENAS No. 2400 PONIENTE EDIFICIO LOS SOLES GARZA, GARCIA, N.L. TEL: 83-63-3909, 63-2135
		2.- CONFINAMIENTO TECNICO DE RESIDUOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V. (COTERIN) No. 24-17-PS-VII-01-93 CONFINAMIENTO CONTROLADO	AQUILES SERDAN No. 630 COL. SANTIAGO S.L.P. GUADALCAZAR, S.L.P. ING. SALVADOR ALDRETT TEL: 28-118, 28-132
		3.- CONFINAMIENTO PARQUE INDUSTRIAL DE HERMOSILLO O.P.D. No. 26-30-PS-VII-01-94 CONFINAMIENTO CONTROLADO	CARR. A SAHUARIPA KM. 4.5 HERMOSILLO, SONORA LIC. FERNANDO DURAN TEL: 91-62-510450, 510-148 FAX: 510-084
		4.- CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. No. 14-30-PS-II-02-93 CONFINAMIENTO CONTROLADO, DE LAS CENIZAS DE LA INCINERACION	KM. 43.5 CARR. GUADALAJARA-OCOTLAN ING. ALFREDO CRUZ O. TEL. D.F. 677-1099
<b>V. INCINERACION</b>			
1.- LAIDLAW ENVIRONMENTAL SERVICES DE MEXICO, S.A. DE C.V. (ANTES OLIMPIA INDUSTRIAL) No. 0001 DGPOCA RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS	HONDURAS 132 NORTE CD. JUAREZ, CHIHUAHUA TEL: 16-14-7037	1.- BAYER DE MEXICO S.A. DE C.V. LIC. No. 2678 OFICIO No. 410-009 INCINERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS	VIA MORELOS No. 330 COL. STA. CLARA, ECATEPEC, EDO. DE MEXICO TEL: 250-2055, 509-1544 EXT. 3005
2.- RESIDUOS INDUSTRIALES MULTIQUM, S.A. DE C.V. PLANTA GUADALAJARA (ANTES CHEMICAL WASTE) LIC. No. 4531 DE TEESA TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS Y COMPACTACION DE TAMBORES VACIOS	KM. 18.5 CARR. GUADALAJARA-EL CASTILLO TEL: 66-30-0310, 31-0312		

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL

EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS

CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE

EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART.10)

RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1996. TOTAL DE EMPRESAS: 100

NOMBRE	DIRECCION	NOMBRE	DIRECCION
2.- CIBA-GEIGY DE MEXICO, S.A. DE C.V. No. 14-30-PO-VII-02-93 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO TEMPORAL E INCINERACION.	ATOTONILQUILLO, JALISCO ING. LUIS ESPINOZA DIRECTOR TEL: 67-1068	5.- CONSTRUCTORA 21 DE ABRIL, S.A. DE C.V. No. 9-1-PS-V-05-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	FRANCIA No. 171 COL. FLORIDA, ALVARO OBREGON, D.F. C. ING. ANGEL PECINA SANCHEZ TEL: 689-3353, 662-0002, 662-5131
<b>VI.- RECICLAJE DE METALES</b>			
1.- INDUSTRIAS DEUTCH, S.A. DE C.V. No. 15-121-PS-V-09-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECICLAJE DE EBOJRIA DE PLOMO.	ANTONIO LAVOISIER No. 51 COL. PARQUE INDUSTRIAL CUAMANTLA, CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO. C.P. LUIS F.	6.- INGENIERIA Y CALDERAS, S.A. DE C.V. No. 9-1-PS-V-06-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	FRANCIA No. 171 COL. FLORIDA, ALVARO OBREGON, D.F. C. ING. ANGEL PECINA SANCHEZ TEL: 689-3353, 662-0002, 662-5131
2.- ACUMULADORES MEXICANOS, S.A. DE C.V. (PLANTA TLAXCALA) No. 21-41-PS-V-01-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECUPERACION DE PLOMO DE BATERIAS USADAS.	KM. 34 CARRETERA TLAXCALA-PUEBLA, COL. SAN FRANCISCO PAPANOTLA, TLAXCALA. ING. LUIS L. CASAS MORALES TEL: 91-22-810177	7.- GRUPO PERFOTEC, S.A. DE C.V. No. 9-4-PS-V-07-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	AV. PACIFICO No. 468-F COL. EL ROSEDAL, COYOACAN, D.F. ING. GUILLERMO ELIZONDO B. CALDERON TEL: 689-9988, 689-9042, 689-9673, 689-9478
3.- ACUMULADORES MEXICANOS, S.A. DE C.V. (PLANTA CIENEGA DE FLORES, N.L.) No. 18-12-PS-V-07-94 RECOLECCION, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y RECUPERACION DE PLOMO DE BATERIAS USADAS.	KM. 24 CARRETERA MONTERREY-NVO LAREDO Y CIENEGA DE FLORES NUEVO LEON ING. ROMAN VILLARREAL GONZALEZ TEL. 329 0000	8.- GEO PETROL, S.A. DE C.V. No. 9-3-PS-V-08-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	INSURGENTES SUR 833-D203 COL. NAPOLES, BENITO JUAREZ ING. ENRIQUE RODRIGUEZ TEL: 543-1681, 543-1984
<b>VII.- EQUIPOS MOVILES PARA TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL LUGAR</b>			
1.- GRUPO ECOLOGICO MUSA, S.A. DE C.V. LIC. 4773 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS CON HIDROCARBUROS	RIO TIBER No. 100-802 COL. CUAUHTEMOC, MEXICO, D.F. SR. MARCO A. GONZALEZ	9.- INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICE, S.A. DE C.V. No. 9 G PS-V-10 94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	CARLOS J. FINLAY No. 8 PISO 2 COL. CUAUHTEMOC, MEXICO, D.F. ING. GERARDO GONZALEZ TEL. 370-0660
2.- CONSORCIO GHES INDUSTRIAL, S.A. DE C.V. No. 5-30-PS-V-01-93 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS CON HIDROCARBUROS	CALLE DEL VALLE No. 371 COL. AMPLIACION MAGISTERIO, SALTILLO COAHUILA ING. ENRIQUE SANCHEZ TEL: 31-2394, 31-3325	10.- ALL WASTE SERVICIOS INDUSTRIALES DE CONTROL ECOLOGICO, S.A. DE C.V. No. 9-11-PS-V-09-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	EDGAR ALLAN POE No. 85 COL. POLANCO, MEXICO, D.F. ING. GUILLERMO ROCA TEL: 281-3270, 281-3740
3.- HABILITACION PETROLERA INTEGRAL, S.A. DE C.V. No. 9-1-PS-V-03-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	FRANCIA No. 171 COL. FLORIDA, ALVARO OBREGON, D.F. C. ING. ANGEL PECINA SANCHEZ TEL. 689-3353, 662-0002, 662-5131	11.- TECNOLOGIA ESPECIALIZADA DE CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V. No. 28-38-PS-V-01-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	ALVARO OBREGON No. 103 COL. ORIENTE DESPACHO 804 TAMPOCO, TAMAULIPAS TEL. 91-12-12-7366
4.- CONSTRUCTORA Y ARRENDADORA BANDARA, S.A. DE C.V. No. 9-1-PS-V-04-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	FRANCIA No. 171 COL. FLORIDA, ALVARO OBREGON, D.F. C. ING. ANGEL PECINA SANCHEZ TEL. 689-3353, 662-0002, 662-5131	12.- SUMINISTROS INDUSTRIALES CARRIZALES, S.A. DE C.V. No. 4-3-PS-V-01-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	CALLE 35-B No. 46 COL. FATIMA CD. DEL CARMEN, CAMPECHE ING. JORGE R. NORDHAUSEN TEL. 91-938-22-938
		13.- LEMARCO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V. No. 30-30-PS-V-01-04 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS	AV. UNIVERSIDAD VERACRUZANA KM. 6 / 1 HAC. RANCHO ALEGRE II, COATZACOALCOS, VERACRUZ ARO. CARLOS LEYVA TEL. 867-38

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL

EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS

CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE

EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART. 10)

RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1995. TOTAL DE EMPRESAS: 100

NOMBRE	DIRECCION	NOMBRE	DIRECCION
14.- CONSTRUCTORA AMERICANA CONTINENTAL, S.A. DE C.V. No. 18-104-PS-V-10-94 TRATAMIENTO "IN SITU" DE RESIDUOS DE HIDROCARBUTOS	VIVEROS DE ASIS No. 30-B COL. VIVEROS LA LOMA, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO ING. JESUS MEYER TEL: 361-3004; 361-3023	10.- PETROBAJO, S.A. DE C.V. No. 11-27-PS-1-02-94 RESIDUOS PELIGROSOS	PASEO RIO LERMA No. 1803-4 COL. SAN JUAN DE LA PRESA, SALAMANCA, GTO ING. JUAN CARLOS GONZALEZ M TEL: 01-484-8-0055, 7-1400
<b>VIII.- RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
1.- INGENIERIA Y ECOLOGIA No. 2-2-PS-1-04-94 RESIDUOS PELIGROSOS	RIO FUERTE Y FELIPE ANGELES No. 599 COL. VALLARTA MEXICALI, B.C. ING. JOSE DE JESUS SANCHEZ RUIZ TEL: 66-0429	11.- C. GUSTAVO MARTINEZ ZAMBRANO (TRANSPORTES GUSMAR) No. 5-30-PS-1-05-94 RESIDUOS PELIGROSOS	LAGUNA DE TAMIAHUA No. 110 COL. LA SALLE SALTILLO, COAHUILA SR. GUSTAVO MARTINEZ Z TEL: 16-45-53
2.- C. EDUARDO MENDIAS MARQUEZ No. 2-4-PS-1-03-94 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. CANTU No. 318 COL. DAVILA, TIJUANA, B.C. C. EDUARDO MENDIAS MARQUEZ TEL: 91-66857668, 91-66867668	12.- C. RAQUEL HERNANDEZ RAMOS Y/O JOSE BLACKALLER ROSAS No. 5-35-PS-1-06-94 RESIDUOS PELIGROSOS	GUAYAS No. 147 COL. LA MERCED II TORREON COAHUILA C. JOSE BLACKALLER ROSAS TEL: 30-17-87
3.- JAYTRIAS P. KAY DE MEXICO, S.A. DE C.V. No. 2-4-PS-1-05-94 SOLDADURA ESTAÑO-PLOMO	CALLE DE LA BREA No. 3 MESETA DEL CHEMA, COL. MONTE DE LOS OLIVOS, TIJUANA, B.C. SR. RICARDO ZUÑIGA DIAZ TEL: 91-66256365; 91-66-256366	13.- C. JOSE LUIS GARIBAY GARCIA No. 14-63-PS-1-03-94 RESIDUOS PELIGROSOS	FRANCISCO I MADERO No. 363 COL. CENTRO OCOTLAN, JALISCO C. JOSE LUIS GARIBAY G TEL: 2-09-83
4.- TURBO EXPRESS 22 S. DE R.L. DE C.V. No. 2-4-PS-1-06-94 RESIDUOS PELIGROSOS	BOULEVARD 3 OESTE No. 17601-201 COL. FRACC. GARITA DE OTAY, TIJUANA, B.C. C. HECTOR FELIX AHUMADO TEL: 91-66232912; 91-66232927	14.- C. JOSE LUIS GARIBAY CAMPOS No. 14-63-PS-1-04-94 RESIDUOS PELIGROSOS	FRANCISCO I MADERO No. 363 COL. CENTRO OCOTLAN, JALISCO SR. JOSE LUIS GARIBAY C TEL: 2-09-83
5.- ARROLLO ECOLOGICO SOSTENIDO, S.A. DE C.V. No. 2-2-PS-1-06-94 RESIDUOS PELIGROSOS	ZUAZUA Y MINA No. 200-213 COL. CENTRO, MEXICALI, B.C. C.P. MANUEL CARRASCO TEL: 91-65-535819; 535-5971	15.- RED TRANSPORTADORA NACIONAL DE CARGA, S.A. DE C.V. No. 19-39-PS-1-12-94 RESIDUOS PELIGROSOS	DR. COSS No. 3330 NTE. MONTERREY, NUEVO LEON LIC. JOSE FRANCISCO GONZALEZ M TEL: 351-5222
6.- EMPRESAS DRAGON, S.A. DE C.V. No. 9-15-PS-1-15-94 RESIDUOS PELIGROSOS	MARTILLO No. 5 COL. ARTES GRAFICAS, VENUSTIANO CARRANZA, D.F. LIC. FEDERICO GARMENDIA C. TEL: 397-3633	16.- INTEGRACION DE SERVICIOS PARA EL SANEAMIENTO AMBIENTAL, S.A. DE C.V. No. 9-3-PS-1-13-94 RESIDUOS PELIGROSOS	CALZ. DE TLALPAN No. 1220 COL. ZACAHUITZIO BENITO JUAREZ, D.F. ING. FELIX MARTINEZ HERNANDEZ TEL: 674-7171; 674-7273
7.- SERVICIOS INDUSTRIALES ECOLOGICOS (C. JAVIER MACIAS ESCOBEDO) No. 1-1-PS-1-01-94 RESIDUOS PELIGROSOS	GENERAL BARRAGAN 1502 COL. GREMIAL, AGUASCALIENTES, AGS. C. JAVIER MACIAS ESCOBEDO TEL: 91-49-14-2332; 14-2477	17.- DESPERDICIOS INDUSTRIALES DE CUERNAVACA, S.A. DE C.V. No. 17-11-PS-1-01-94 RESIDUOS PELIGROSOS	CARR. CUERNAVACA-CUAUTLA KM. 13 B COL. PROGRESO, JUITEPEC MORELOS ARO. ELFEGO CALDERON AYALA TEL: 91-73-200991
8.- SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA (ARTURO Y PABLO GUERRA RODRIGUEZ) No. 28-22-PS-1-03-94 RESIDUOS PELIGROSOS	16 DE SEPTIEMBRE EBO CON MICHOACAN No. 22 MATAMOROS, TAMAULIPAS C. PABLO GUERRA R TEL: 91-88-170722; 17-0723	18.- TRANSPORTES ESPECIALIZADOS SEGUTAL S.A. DE C.V. No. 10-01-PS-1-11-94 RESIDUOS PELIGROSOS	CALLE 11 SUR S/N COL. AZALIAS FORTIN DE LA FLORES, VERACRUZ C. FELIX MARTINEZ HERNANDEZ TEL: 91-711-32242 DF 741-0206
9.- AUTOLINEAS UNIDAS DE SALTILLO, S.A. DE C.V. No. 5-30-PS-1-04-94 RESIDUOS PELIGROSOS	BOULEVARD ISIDRO L. ZERTUCHE No. 3708, COL. ZONA INDUSTRIAL, SALTILLO COAHUILA, SR. JOSE PEREZ S TEL: 15-8121; 15-8061	19.- LUBRICANTES PEMEX DE QUERETARO, S.A. DE C.V. No. 22-14-PS-1-02-94 RESIDUOS PELIGROSOS	NORADINO RUBIO No. 40 C COL. CASAHUACA, QUERETARO, QRO SR. SERGIO AGUIRRE BARCENAS TEL: 16-7824

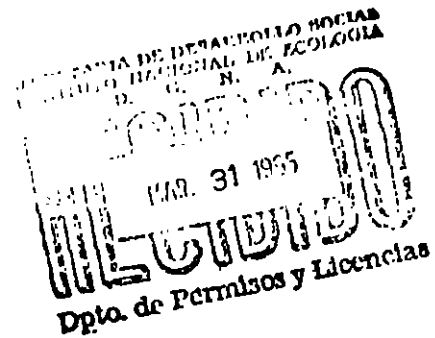
**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA**  
**DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL**  
**EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS**  
**CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE**  
**EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART.10)**  
**RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1995. TOTAL DE EMPRESAS: 100**

NOMBRE	DIRECCION	NOMBRE	DIRECCION
20.- AUTOTRANSPORTADORA GENESIS, S.A. DE C.V. No. 18-26-PS-1-05-94 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. CHAPULTEPEC No. 802-A COL. STA MARGARITA GUADALUPE, NUEVO LEON ARQ. JESUS ANGEL MALDONADO TREVIÑO TEL: 365-6881	✓ 30.- VALLEY SOLVENT, Co OFICIO No 411-6811 DEL 20 DE OCTUBRE DE 1989	HERRERA 4 Y 5 No 9 COL. CENTRO MATAMOROS TAMAULIPAS SR. WILLIAMS A DAVIS TEL. 01 88-13-38-38
21.- TRANSPORTADORA DE CARGA SONOT, S.A. DE C.V. No. 28-43-PS-1-03-94 RESIDUOS PELIGROSOS	DR. MARTINEZ OCHOA No 2 COL. PANTEON DE LOS CIPRESES, NOGALES SONORA ING. JAIME OLAIZ AVALOS TEL: 237-58; 251-27	31.- G. OLGA BELIA PATIÑO MARTINEZ No 8-37-PS-1-01-95 RESIDUOS PELIGROSOS	NEPTUNO No 1919, COL. SATELITE, CD JUAREZ CHIHUAHUA TEL. 9116-871474
22.- ECO-TRANSPORTES INTERNACIONALES, S.A. DE C.V. No. 8-37-PS-1-02-94 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS No 1925 NORTE COL. CORDOVA AMERICAS, CD. JUAREZ CHIHUAHUA SR. JOSE LUIS ACOSTA BUSTILLOS TEL. 11-20-75	32.- C. MARIA LAURA PEREZ MUÑOZ No 21-114-PS-1-04-95 RESIDUOS PELIGROSOS	MORELOS ORIENTE SAN LOPE 40 COL. (C) (M) (C) (C) ROMERO VARGAS, PUEBLA, PUEBLA TEL. 91-22-481639
23.- TRANSQUIMICA NACIONAL, S.A. DE C.V. No. 19-19-PS-1-10-94 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. LAZARO CARDENAS No 2400 PONIENTE, RESIDENCIAL SAN AGUSTIN, GARZA, GARCIA, NUEVO LEON C. MANUEL ESTEBAN POSADAS TEL: 3-63-2812	33.- TRANSPORTES EMBLIANO ZAPATA, S.A. DE C.V. No 8-19-PS-1-04-95 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. OCTAVIO PAZ No 167 COMPLEJO INDUSTRIAL CHIHUAHUA C. ENRIQUE DAVILA CARDONA TEL. 91-14-81-0531, 91-14-81-0795
24.- LUBRICAL DE LEON, S.A. DE C.V. No. 11-20-PS-1-01-94 RESIDUOS PELIGROSOS	BOULEVARD HILARIO MEDINA No. 3007 COL. EL CORTIJO, LEON GTO SR. FRANCISCO JAVIER GUARRO G. TEL: 14-38-97; 16-9431	34.- C. JESUS BERNARDO PARRA CORONADO No 28-30-PS-1-04-95 RESIDUOS PELIGROSOS	CALLE DE LOS TARAUMARAS No 5 PARQUE INDUSTRIAL HERMOSILLO, SONORA
25.- EXPRESS CALIFORNIA, S.A. DE C.V. No. 2-4-PS-1-09-94 RESIDUOS PELIGROSOS	SEBASTIAN VIZCAINO No. 206 FRACC. GARITA DE OTAY, TIJUANA, B.C. SR. SALVADOR RUIZ ZEPEDA TEL: 9166-232970, 232971	35.- C. ALEJANDRO MERIN WINNITZKY No. 15-25-PS-1-12-95 RESIDUOS PELIGROSOS	ALONSO DE VILLASECA No 209-2 COL. INDEPENDENCIA BENITO JUAREZ, D.F. TEL. 84-20203, 860-0203, 860-1549
26.- TRANSERVICIOS, S.A. DE C.V. No. 8-37-PS-1-03-94 RESIDUOS PELIGROSOS	RAMON RIVERA LARA No. 5415 COL. PARTIDO IGLESIAS, CD. JUAREZ, CHIHUAHUA SR. ARNOLDO CONTRERAS TEL: 13-64-83; 16-30-19	36.- LAIDLAW ENVIRONMENTAL SERVICES DE MEXICO, S.A. DE C.V. No 8-37-PS-1-05-95 RESIDUOS PELIGROSOS	BLVD MIGUEL DE LA MADRID Y RODRIGUEZ BORUNDA S/N, COL. AEROPUERTO, CD. JUAREZ, CHIHUAHUA C. GUMARO VALENZUELA RAMIREZ TEL. 91-16-14-7037
27.- TRANSPORTES ESPECIALIZADOS SAN ART S.A. DE C.V. No. 18-6-PS-1-11-94 RESIDUOS PELIGROSOS	ANTIGUO CAMINO A SAN JAVIER S/N COL. HUIÑALIA, APODACA, NUEVO LEON SR. ARTURO CARDENAS ESPARZA TEL: 368-0498	37.- C. GLORIA ELENA GARAY GONZALEZ No 30-118-PS-1-03-95 RESIDUOS PELIGROSOS	CALLE PONIENTE 7 No 1035 ORIZABA, VERACRUZ TEL. 5-1047; 6-1819
28.- ARTES ECOLOGICOS 2000, S.A. DE C.V. No. 8-4-PS-1-14-94 RESIDUOS PELIGROSOS	CAMARGO No. 2 COL. PETROLERA TAXQUEÑA, COYOACAN, D.F. ING. LUIS NOGUEDA RUZ TEL: 8-09-4972	✓ 38.- CLEAN MEX. S.A. DE C.V. No. 28-22-PS-1-05-95 RESIDUOS PELIGROSOS	AV. LAURO VILLAR No 1117 COL. LAS PALMAS, MATAMOROS TAMAULIPAS C. ING ENRIQUE VALENZUELA VALADEZ TEL. 91-88-138802, 13-0589, 12-7036
29.- C. LILIA ESTHER MARTINEZ AVILA No. 2-4-PS-1-08-94 RESIDUOS PELIGROSOS	SEBASTIAN VIZCAINO No. 301-14 COL. GARITA DE OTAY, TIJUANA, B.C. SRA. LILIA ESTHER MARTINEZ AVILA-	✓ 39.- FABRICACION INDUSTRIAL MEXICANA, S.A. DE C.V. No. 20-32-PS-1-04-95 RESIDUOS PELIGROSOS	CARRETERA REYNOSA MONTERREY KM 5.2, COL. CENTRAL DE ABASTOS REYNOSA TAMAULIPAS AJO GUILLERMO MARIQUEZ RUIZ TEL. D.F. 682-1203

**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA**  
**DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL**  
**EMPRESAS AUTORIZADAS PARA MANEJAR RESIDUOS PELIGROSOS**  
**CONFORME AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE**  
**EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS (ART.10)**  
**RELACION ACTUALIZADA AL 31 DE MARZO DE 1985. TOTAL DE EMPRESAS: 100**

**IX.- EMPRESAS DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS, PARA COMBUSTIBLE ALTERNVO**

NOMBRE	DIRECCION
1.- PROAMBIENTE, S.A. DE C.V. No. 5-35-PS-V-02-84	BOULEVARD C. MENTOS PEÑALES KM. 4 TORREON, COAHUILA ING. MARTIN ESPINOZA TEL: 91-8-383411 FAX: 91-8-3-63-5785
2.- ECOOLTEC, S.A. DE C.V. No. 5-27-PS-V-03-84	CARR. SALTILLO-MONTERREY KM. 23 5 RAMOS ARIZPE, COAHUILA ING. MIGUEL M. DE LA ROSA TEL: 202-8474



**X.- RECOLECCION, TRANSPORTE Y EXPORTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS**

1.- RESIDUOS INDUSTRIALES MULTICORUM, S.A. DE C.V. PLANTA TIJUANA (ANTES CHEMICAL WASTE) LIC. No. 4185 OFICIO 411-5387 DEL 09 DE SEPTIEMBRE DE 1985.	KM. 14 5 CARR. TIJUANA-ENSENADA, B C SR. R. DAVID MCCONELL TEL: 202-7999
2.- CHEMEL, S.A. DE C.V. No. 9-3-PS-VI-12-84 EXPORTACION DE PCBs	AV. INSURGENTES SUR No. 1480 PISO 12 COL. INSURGENTES MIXCOAC, MEXICO, D.F. ING. JOSE MANUEL AVELAR G. TEL: 5-243880, 529-8809
3.- ECOLOGIA, LABORATORIOS Y CONSULTORES DE MEXICO, S.A. DE C.V. No. 8-3-PS-VI-11-84 EXPORTACION DE PCBs	DIVISION DEL NORTE No. 126 COL. DEL VALLE. BENITO JUAREZ, MEXICO, D.F. M.C. EDITH EMIKO MIYABAKO K. TEL: 543-9788, 538-8114
4.- AARON FERER AND SONS Co. No. 8-25-PS-I-07-85 EXPORTACION DE CENIZAS CON PENTOXIDO DE VANADIO	TEPIC 111-A COL. LOS NISPEROS, PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA SR. JOSE R. BARBOSA SOSA TEL: 580-4182

**XI.- QUEMA DE ACEITES LUBRICANTES USADOS**

1.- CEMENTOS NOCTEZUMA OFICIO No. AOO-DGNA-10992 QUEMA EN HORNO CEMENTERO	INSURGENTES No. 33 JUITEPEC, MORELOS ING. ROOLFO ANQUIANO TEL: 19-0015, 19-0610
---	---



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

MODULO II

TEMA:

PLANES DE CONTINGENCIA

ING. SERGIO RIVAPALACIO

## **MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

### **REGLAMENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

El 25 de noviembre de 1988 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, el cual establece que las autoridades del DF, las de los estados y municipios podrán participar como auxiliares de la Federación en la aplicación de este reglamento, ya que la materia se considera de carácter federal.

Así mismo, se establece el registro obligatorio del generador de residuos peligrosos y la expedición de una autorización de cualquier instalación para el manejo de los mismos

De igual forma se regula el transporte, el almacenamiento, la recolección y la disposición final de estos residuos, así como los sitios para su confinamiento. En este reglamento se señalan las obligaciones de:

#### **El Generador**

- Arts. 5 Responsabilidad del generador de residuos peligrosos.
- 6 Obligación del generador de determinar si éstos son peligrosos.
- 7- Obligación del generador de presentar su Manifiesto de Impacto Ambiental ante la Secretaría.
- 8- Procedimientos obligatorios del generador respecto de residuos peligrosos.

## Almacenamiento.

5,7. y 8

- 10 Presentación del formato de manejo de residuos peligrosos (MRP).
- 12 Programa de capacitación para el manejo de RP.
- 14 Condiciones para el almacenamiento y transporte según la incompatibilidad de los RP.
- 15-21 Requisitos para áreas de almacenamiento de RP.

## Transporte

5,7,8,10,12,14

- 22 El transporte de los RP: deberá realizarse conforme al Reglamento .
- 23 El transportista deberá conservar el manifiesto de transporte de RP: durante 5 años.
- 25 Informe semestral que debe entregar el transportista de RP:
- 26,27,29 Requisitos del transportista de RP:
- 28 Prohibición del transporte de RP por vía aérea.
- 42 Derrames accidentales de RP durante su manejo.

## Reciclaje.

5,7,10, 11,23,25,

- 52 Sólo se concederá la autorización de importación de RP cuando tengan por objeto su reciclaje o reuso en territorio nacional.

## Incineración.

5,7,10,11,12,23,25,

- 39 Incineración de BPC's



## SISTEMA DE NOTIFICACION Y AUTORIZACION

La gestión de los RP demanda conocer las empresas o actividades que los generan; el volumen y tipo de residuos que se producen, transportan, almacenan, reciclan, tratan o eliminan anualmente; detectar los lugares del territorio nacional donde esto ocurre; tener información sobre las empresas transportadoras y las involucradas en su almacenamiento, tratamiento o eliminación final; así como sobre los incidentes en los que se producen derrames y la forma en que son atendidos para minimizar o controlar los riesgos. Con tal fin, se ha establecido un sistema de notificación basado en los siete diversos manifiestos y reportes de manejo de RP .

Quienes estén involucrados en actividades relacionadas con tales residuos deben manifestarlo y recibir autorización de la autoridad federal en la materia, que es la Dirección General de Materiales, Residuos y Riesgo , del INE. El Instituto se apoya en las delegaciones estatales de la Secretaría, las que, a través de sus subdelegados, reciben , procesan y turnan a la oficina central la información relativa a los manifiestos que se generan en su entidad.

La descentralización del procedimiento de tramitación de las actividades enmarcadas en los manifiestos tiene como principal objetivo que las entidades participen directamente en el proceso de gestión de los RP que se generan o que tienen como destino su territorio.

La PROFEPA, apoyada por sus delegados estatales, verifica el cumplimiento de las disposiciones legales en la materia.

Los objetivos fundamentales de los manifiestos se señalan a continuación:

## **MANIFIESTO PARA EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Objetivo:

Identificar a las fuentes generadoras de RP, así como conocer los volúmenes anuales y tipos de dichos residuos.

## **MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE, Y RECEPCION DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Objetivo:

Registrar y dar seguimiento a los movimientos de RP desde su generación hasta su disposición final; contar con la información acerca de quiénes intervienen y son responsables de esos movimientos.

## **MANIFIESTO PARA CASOS DE DERRAME DE RESIDUOS PELIGROSOS POR ACCIDENTE**

Objetivo:

Establecer un registro para hacer el seguimiento de los casos de residuos y sustancias peligrosas derramadas por accidente, de las empresas involucradas y de las medidas correctivas empleadas para restablecer el equilibrio ecológico en las áreas afectadas.

## **MANIFIESTO PARA GENERADORES EVENTUALES DE RESIDUOS DE BIFENILOS POLICLORADOS (BPC's) PROVENIENTES DE EQUIPOS ELECTRICOS.**

Objetivo:

Integrar una relación de empresas que posean equipos que contengan o estén contaminados con BPC's para hacer el seguimiento de las medidas establecidas para su manejo y destrucción adecuada.

## **REPORTE MENSUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS CONFINADOS EN SITIOS DE DISPOSICION FINAL**

### **Objetivo:**

Establecer una base de datos acerca de la cantidad y naturaleza de los RP depositados en sitios de confinamiento controlado, así como de los sistemas utilizados para su disposición final, para supervisar su operación.

## **REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS ENVIADOS PARA SU RECICLO, TRATAMIENTO, INCINERACION O CONFINAMIENTO.**

### **Objetivo:**

Disponer de información acerca de la cantidad y naturaleza de los RP enviados por las empresas generadoras para su confinamiento o reciclaje, así como sobre los sistemas empleados en uno u otro caso.

## **REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS RECIBIDOS PARA RECICLAJE O TRATAMIENTO**

### **Objetivo:**

Disponer de información acerca de cantidad y naturaleza de los RP confinados o reciclados, así como de los procedimientos utilizados para ello en las empresas operadoras de tales servicios.

## **MANIFIESTOS Y GUIAS ECOLOGICAS DE IMPORTACION/EXPORTACION.**

Las industrias que desean importar o exportar materiales o RP deben apegarse a las condiciones que establece el Reglamento en la materia, para lo cual deben presentar el documento denominado: "Manifiesto para la Importación o Exportación de Materiales o Residuos Peligrosos". Los

solicitantes deberán proporcionar información detallada sobre la empresa, su ubicación, composición química de los residuos a transportar y volúmenes de RP a importar o exportar; si es el caso, enviar el diagrama de flujo para la reutilización del RP; así mismo, deben brindar datos sobre los transportistas y la ruta a seguir hasta su destino. Esta información quedara registrada en la empresa y disponible para la autoridad.

Por otra parte para cumplir con los acuerdos internacionales en relación a los movimientos transfronterizos de RP, deberán enviarse las notificaciones correspondientes apegándose al convenio que se suscriba con el país de exportación.

## **ACUERDO DE LA PAZ**

En 1983, se firmó el Convenio entre México y Estados Unidos sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza ( Acuerdo de la Paz) Bajo este Acuerdo los dos países se comprometieron a instrumentar las "Medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación en la zona fronteriza", entendiéndola como "el área situada hasta 100 kilómetros a ambos lados de las líneas divisorias terrestres y marítimas entre las partes". El Acuerdo de la Paz se constituye como el instrumento legal que da sustento al trabajo bilateral en la frontera para cuestiones ambientales.

El 12 de noviembre de 1986 se firmó el Anexo III del Acuerdo de la Paz, que se refiere al Acuerdo de Cooperación entre México y Estados Unidos, sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y sustancias peligrosas. De esta manera se busca asegurar que las actividades relacionadas con estos movimientos de RP sean llevadas a cabo, de manera que reduzcan los riesgos a la salud pública a las propiedades y a la calidad del ambiente, cooperando efectivamente en lo referente a su exportación o

importación. También indica que las empresas maquiladoras deberán regresar a su país de origen los residuos peligrosos que se generen en sus procesos a partir de materia prima importada bajo el régimen de importación temporal y además se indica que el país exportador debe recibir estos residuos.

### **PLAN INTEGRAL AMBIENTAL FRONTERIZO.**

Bajo los lineamientos del Acuerdo de la Paz, en 1990 los presidentes de los dos países se comprometieron a desarrollar un plan mediante el cual se incorporaron fórmulas institucionales y de alta participación de la sociedad, a fin de asegurar la aplicación de las medidas previstas. Derivado de lo anterior se instrumentó el Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) en febrero de 1992.

Los objetivos fundamentales de este plan son :

- 1.- Cumplir con la legislación existente.
- 2.- Reducir la contaminación mediante nuevos recursos e iniciativas.
- 3.- Incrementar la cooperación para la planeación y la educación ambiental.
- 4.- Ampliar el conocimiento sobre las cuestiones ambientales en la frontera.

A partir de la firma del Acuerdo de la Paz se constituyeron cuatro grupos de trabajo conformados por funcionarios de México y Estados Unidos, enfocados a analizar los asuntos relativos al Aire, Agua, Respuesta Conjunta a Emergencias y Residuos Peligrosos. Posteriormente se crearon otros dos grupos de trabajo uno para la Acatamiento de la Ley y el otro para la Prevención de la Contaminación.

El Grupo de Trabajo de Residuos Peligrosos se dividió en seis subgrupos: a) Movimientos Transfronterizos, b) Identificación de Sitios

Clandestinos c) Repatriación d) Transferencia de Tecnología e) Conferencia a Maquiladoras y f) Comunicación.

Las actividades del grupo de trabajo de Residuos Peligrosos se basan en los siguientes objetivos.

1.- Documentar el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, determinando la cantidad de residuos peligrosos generados, rastreando el movimiento de traslado y confirmando el destino de los mismos.

2.- Aumentar la regulación y cumplimiento del Programa a través de un intercambio de información y capacitación.

3.- Determinar las prácticas de disposición de residuos sólidos a lo largo de la frontera, proyectando las necesidades de sitios adicionales e involucrar al público en acciones para prevenir la disposición ilegal.

4.- Desarrollar una estrategia para localizar sitios inactivos y abandonados en el área fronteriza, desarrollando un sistema de referencia para que los ciudadanos reporten depósitos de residuos tóxicos y peligrosos.

5.- Intercambiar información relativa a sitios adecuados para el manejo de residuos peligrosos.

6.- Mantener un alto nivel de cooperación y coordinación dentro del grupo de trabajo de residuos peligrosos y otros grupos de trabajo.

7.- Desarrollar y mantener una efectiva comunicación durante el desarrollo del programa.

Los objetivos anteriores se plantearon para desarrollar las actividades del PIAF, 1992-1994. Actualmente se desarrollan los planteamientos para Continuar con el programa **Frontera 2000**, para dar continuidad a los avances alcanzados en el PIAF.

Una de las principales actividades que desarrolló el grupo, fué la implementación de la Base única de datos para controlar el movimiento transfronterizo de residuo peligrosos con el diseño del HWTS (hazardous

waste tracking system). Este sistema fue adaptado a las necesidades y requerimientos de los usuarios, para lograr lo que actualmente se conoce como Haztracks y en una nueva etapa en desarrollo Tranzhaz EDI, que permitirá llevar a cabo con mayor rapidez los trámites necesarios para el movimiento transfronterizo de materiales y residuos peligrosos, así como su control inmediato.

En la actualidad existen cuatro subgrupos de trabajo, dado que la Asociación de la Industria Maquiladora realiza anualmente una conferencia binacional, en donde existe la participación de representantes del grupo binacional, que se lleva a cabo la divulgación de los programas para la industria maquiladora.

La frontera norte con Estados Unidos es una de las áreas con mayor crecimiento en el país. En los últimos años se ha presentado un acelerado incremento en el desarrollo industrial, particularmente en la actividad de maquila, debido a los beneficios que brinda su cercanía con los mercados estadounidenses.

El sector industrial es una fuente importante de generación de divisas para el país; sin embargo, su desarrollo no ha estado acorde con las medidas encaminadas a prevenir o minimizar los riesgos ambientales y sus efectos adversos sobre la población y el ambiente. Aunque más de 2000 empresas operan en la frontera, se tiene poco conocimiento en cuanto a la disposición final de materiales y residuos peligrosos generados por éstas.

La reglamentación y normatividad vigente, requiere tener identificadas a las empresas que generan residuos especificados como tóxicos y peligrosos, así como cuantificada la cantidad de éstos. Por tal motivo, la Secretaría consideró necesario detectar a las empresas de carácter público y privado, en la zona fronteriza del norte de la República Mexicana, que por sus

características y actividades generan residuos tóxicos y peligrosos. Para tal efecto, se fijaron los siguientes objetivos específicos:

- Recopilación de la información disponible y de utilidad para la identificación de las empresas generadoras de residuos tóxicos y peligrosos.
- Establecer cuáles son las empresas que generan residuos tóxicos y peligrosos, de acuerdo al tipo de actividad o giro y tamaño de éstas.
- Determinar los tipos y cantidad de residuos que son generados en cada empresa, clasificados por rama del sector industrial.
- Establecer el destino de los residuos tóxicos y peligrosos, generados tanto en la industria nacional como en la maquiladora.
- Analizar el cumplimiento de las empresas con la reglamentación mexicana vigente, en materia de residuos tóxicos y peligrosos.
- Elaboración y alimentación de la información recabada en una base de datos para computadoras PC, compatibles con IBM, conteniendo los datos de las empresas generadoras de residuos tóxicos y peligrosos.

**Universo de empresas ubicadas en la franja fronteriza norte**

<b>Estado</b>	<b>Maquiladoras</b>	<b>Nacionales</b>	<b>Suma</b>	<b>%</b>
B. California	937	162	1099	51.19
Chihuahua	343	95	438	20.40
Tamaulipas	210	21	231	10.76
Sonora	191	24	215	10.01
Coahuila	108	56	164	7.64
<b>Total</b>	<b>1789</b>	<b>358</b>	<b>2147</b>	<b>100.00</b>



## RESIDUOS QUE SE GENERAN POR GIRO INDUSTRIAL

A	Electrónicos y electricos	Soldadura de Pb-Sn., fundente, solventes, pegamentos, resinas, pinturas y tintas.
B	Metales	Aceites, solventes, pinturas, grasas, soldadura de Pb-Sn, ácidos, lodos de metales pesados.
C	Mecánicos y automotrices	Aceite, soldadura, fundente, solventes y pinturas.
D	Plásticos	Resinas, solventes y aceites.
E	Madera	Solventes, pinturas, aceite, pegamentos, etc.
F	Químicos	Diversos compuestos químicos solventes, ácidos, aceites y lodos.
G	Papel y Carton	Tintas, solventes y adhesivos
H	Cuero y Calzado	Aceites, pegamentos, solventes y pinturas.
I	Costuras	Aceites, grasa, solventes pegamentos y pintura.
J	Alimentos	Aceites y grasas, desengrasantes y limpiadores (sosa cáustica, amoniaco, etc)

## TIPOS DE RESIDUOS QUE SE PRESENTAN CON MAYOR FRECUENCIA EN LAS EMPRESAS

Tipo de Residuos	Numero de Empresas %
Solventes	36.20
Aceites y Grasas	12.89
Pinturas y Barnices	7.71
Soldaduras Pb-Sn	5.63
Resinas	4.45
Acidos y Bases	2.72
Derivados del Petróleo	2.46
Metales Pesados	2.01
Adhesivos	1.69
Freón	1.15
Lodos	1.15
Silicón	0.54
Tinta	0.35
Plásticos	0.26
Otros	20.79

### CANTIDADES ESTIMADAS DE RESIDUOS PELIGROSOS

Municipio	Ton/año	%
Mexicali B:C:	12,185	20.41
Tijuana B:C:	10,579	17.72
Matamoros, Tamps.	10,337	17.32
Nvo. Laredo, Tamps.	8,554	14.33
Juárez , Chih.	6,215	10.41
Reynosa, Tamps.	5,013	8.40
Sonora, Son.	2,736	4.58
Tecate, B:C:	1,232	2.06
Ensenada B:C:	1,079	1.81
Acuña, Coah.	1,031	1.73
Piedras N:egras, Coah.	732	1.23
TOTAL	59,693	100.00

### POLITICAS INTERNACIONALES SOBRE MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS

En marzo de 1992 se adoptó en el seno de la **Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)** la Decisión C(92)39, para crear e instrumentar mecanismos internacionales para controlar el movimiento transfronterizo de los residuos que se van a reutilizar o reciclar en el país importador de los mismos, dentro de un área de los países de esta Organización.

En esta Decisión se reconocen tres tipos de residuos de acuerdo a su peligrosidad potencial: el grupo de residuos verdes (G), el grupo de residuos ámbar (A), y el grupo de residuos rojos (R), de éstos se consideran peligrosos los que pertenecen a los grupos ámbar y rojo y son aquellos para los cuales se propone la regulación de sus movimientos transfronterizos; en tanto que los residuos verdes no se juzgan como peligrosos y por lo tanto no se regulan en esta materia , sólo se controlan sus aspectos comerciales.

A partir de esta Decisión se crea el sistema de notificación para los países involucrados: exportadores, importadores y todo país por donde transiten los residuos antes de llegar a su destino. Este sistema asegura el acceso a una información veraz y suficiente que permite tanto al país importador como a los países por donde pasan los residuos tomar decisiones sobre su aceptación.

La instrumentación del sistema propuesto por la OCDE se hace sólo a través de la legislación ambiental nacional de cada país. El sistema de notificación (residuos de las listas ámbar y roja) incluye información específica sobre:

- la naturaleza del residuo
- los datos del generador del residuo
- datos del notificador del movimiento transfronterizo
- datos del receptor del residuo
- destino propuesto para el residuo; y
- contrato legal entre las partes involucradas

Ya desde 1984, en los países pertenecientes a la OCDE, se había adoptado la Decisión C(83)180, sobre los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos. Sin embargo, en esa decisión no se proveen lineamientos sobre las acciones operativas y sólo se establecen principios en los cuales posteriormente se basó la Convención de Basilea.

Dentro de las decisiones que México debe seguir desde su ingreso a la OCDE, se encuentran las relacionadas con el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos C 83/180 FINAL ( febrero 1984).

## **MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

**C-86/64-FINAL (junio 1986)**

**EXPORTACION DE RESIDUOS PELIGROSOS DESDE PAISES  
MIEMBROS DE LA OCDE.**

**C 88/90- FINAL (mayo 1988)**

**MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

**C-90/187- FINAL (enero 1991)**

**REDUCCION DE MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS**

**C-92/39-FINAL (marzo 1992)**

**MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DESTINADOS A ACTIVIDADES  
DE RECUPERACION  
CRITERIOS ESTABLECIDOS POR LA OCDE PARA LA  
CLASIFICACION Y MANEJO DE RESIDUOS.**

Los residuos incluidos en la lista verde son aquellos cuya movilidad está definida a través de transacciones comerciales normales y se refiere a residuos que no se consideran peligrosos.

Los residuos incluidos en la lista ámbar deben sujetarse a sistemas de control y notificación, entre los países que permiten la exportación amparada en contratos y acuerdos globales y "silencios positivos" en el caso de una notificación sin respuesta.

Los residuos incluidos en la lista roja son aquellos que por su peligrosidad están sujetos a controles más estrictos que implican un acuerdo y una notificación de envío por embarque.

Para cumplir con los compromisos contraídos con la entrada de México a la OCDE es necesario, enviar la notificación con los siguientes requisitos:

### **INSTRUCCIONES ESPECIFICAS PARA EL LLENADO DE LA FORMA DE NOTIFICACION OCDE**

Cuadros 1, 2, 10: Proveer el nombre completo, dirección, número de registro, número de teléfono y facsímil para cada compañía involucrada con el movimiento propuesto, junto con el nombre de la persona que será contactada en cualquier momento en relación con algún incidente durante el transporte de la consignación. Si están involucrados más de un transportista, llenar el cuadro 10 con las palabras "Ver lista anexa" y añadir una lista con la información requerida para cada transportista.

Cuadro 3: Cuando la autoridad competente emite un documento de notificación puede proveerla de un número de acuerdo con su sistema propio. Indicar la operación (disposición/recuperación), si la notificación cubre una o varios embarques (notificación general), y si la consignación(es) es (son) destinada a una instalación pre-autorizada marcando uno o varios cuadros. Si se utilizará una instalación pre-autorizada, proveer su número de registro.

Cuadros 4, 5, 6, 7: Para las notificaciones de consignaciones individuales escribir "uno" en el cuadro 4, fecha de intento de este movimiento en el cuadro

6 y la misma fecha en el cuadro 7. En el cuadro 5 dar el peso (en Kg) de la consignación.

Cuadro 8: Dar la información requerida sobre las instalaciones de disposición/recuperación. Si el recuperador es el consignatario, escribir "Igual al cuadro 2". Escribir el número de registro de las Instalaciones como ha sido adscrita por la Autoridad Competente. Dar la fecha de expiración de la autorización para operar con el "Límite de validez". El almacenamiento de residuos pendiente de "intercambio" bajo R12 o "recuperación" bajo R13 es permitida solamente en permisos autorizados específicamente para este propósito.

Cuadro 9: Dar el código o número "R" o "D" apropiado (ver el reverso de la forma), y la tecnología que se empleará. Solamente los movimientos de residuos destinados a instalaciones de recuperación se especifica con código "R".

Cuadro 11: Proveer la información requerida sobre el productor/generador de residuos donde se estime necesario. Mientras que esta información no es requerida para residuos destinados para recuperación bajo el sistema OCDE, varios países pueden requerirlo bajo su legislación Nacional. Si el Notificador/Exportador es el generador/productor escribir en el cuadro "El mismo del cuadro 1". Cuando un residuo es producido por más de un generador, escribir las palabras "Ver lista Anexa" e incluir la lista que provea la información requerida de cada generador/productor.

Cuadro 12: Proveer información sobre el proceso en el cual se produce el residuo y la localización del generador.

Cuadro 13: Dar la(s) forma(s) de transporte que serán usadas (ver los códigos al reverso de la hoja).

Cuadro 14: Dar los tipos de empaque que serán utilizados (ver los códigos al reverso de la forma).

Cuadro 15: Es el número de anexos a que se refirió como listas anexas (ejemplo, en los cuadros 9, 10, 11, 12 y 18) y cualquier información suplementaria con la forma de Notificación.

Cuadro 16: Dar los nombres por los cuales el material es comúnmente conocido, los nombres químicos de los constituyentes y su concentración, así como detalles de las características físicas de los residuos.

Cuadro 17: Dar el código de identificación por el cual se designa dicho material en el país de exportación (despacho) y si se conoce, en el país de importación (destino). Dar la designación de el residuo de acuerdo con el código de clasificación uniforme aceptada conocido como Código Internacional de Identificación de Residuos (IWIC por sus siglas en inglés), el Código del Catálogo de Residuos Europeo (EWC), y/u otro código (especificar). Detalles sobre el IWIC se dan en el Manual Guía de la OCDE.

Cuadro 18. Referirse solamente a los residuos que se enviarán a instalaciones de recuperación bajo el sistema de la OCDE. Poner una "X" en el cuadro respectivo si la lista de residuos "ámbar" o "roja" están involucradas y dar el código de la OCDE para los residuos involucrados. Escribir una "X" en el cuadro "otro" cuando el residuo para recuperación no aparece en ningún listado de la OCDE, o cuando un listado de residuos es controlado por uno de los países involucrados de diferente forma que la de la decisión de la OCDE. En ese caso debe proveer detalles completos. Las listas de la OCDE son reproducidas en el Manual Guía de la OCDE.

Cuadro 19: El número prefijado por "Y" de acuerdo con "categorías de residuos a ser controlados" dados en los Anexos I y II del Convenio de Basilea.

Cuadro 20: Los números prefijados por "H" correspondientes a la lista de características de residuos dados en el Anexo III del Convenio de Basilea..

Cuadro 21: El número de "Clases de la ONU" se dan en las Recomendaciones sobre el transporte de Bienes peligrosos de la ONU y en el Anexo III del Convenio de Basilea.

Cuadro 22: Número de la ONU y nombres de transportes convenientes se dan en las Recomendaciones sobre el transporte de Bienes Peligrosos de la ONU.

Cuadro 23: Dar el código para cada país a través de los cuales será transportado el residuo (ver el código de países al reverso de la forma). Dar el nombre del puerto de entrada en la frontera, y cuando sea aplicable, el número de código de la oficina aduanal así como el punto de entrada o de salida de un país particular. Dar el número de código de la Respectiva Autoridad Competente en el país de exportación/despacho, importación/destino y de cualquier país de tránsito.

Cuadro 24: Complemento requerido para la entrada de consignaciones que pasan a través de Estados miembros de la Comunidad Europea.

Cuadro 25: Cada copia de la Forma de Notificación será firmada y fechada por el Notificador/Exportador antes de entregarla a las autoridades competentes de los países involucrados. El nombre del representante autorizado del Notificador/Exportador puede aparecer en letras mayúsculas acompañado de su firma. Algunos países pueden requerir pruebas que el seguro y contrato acompañan la forma de notificación.

Cuadro 26: Para uso de la autoridad competente en el país de importación/destino para dar cause de recibo de la forma de notificación.

Cuadro 27: Para uso de las Autoridades Competentes de cualquier país involucrado cuando deban proveer consentimiento escrito para el movimiento transfronterizo de los residuos. Indicar el nombre del país (ver al reverso de la forma el código de países), la fecha en que se dio el consentimiento y la fecha en que expira. Si el movimiento está sujeto a condiciones específicas, poner



una "X" en sujeto a condiciones específicas, poner una "X" en el cuadro apropiado y completar el cuadro 28 en la parte del reverso de la forma.

Cuadro 28: Este cuadro sobre el reverso de la notificación, se usará por la autoridad competente si es necesario, cuando den consentimiento escrito del movimiento.

## **CONVENIO DE BASILEA**

El Convenio de Basilea lo integran un total de 104 países. Fue formulado el 20 y 21 de mayo de 1989, firmado por México el 22 de mayo del mismo año, aprobado por la Cámara de Senadores Mexicana el 3 de julio de 1990, ratificado el 4 de septiembre del mismo año, publicado el 9 de agosto de 1991 y entró en vigor en México el 5 de mayo de 1992.

Este Convenio establece las condiciones para el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación así como de los procedimientos a seguir para la importación y exportación de desechos en cuanto a la legislación de cada país en un ámbito internacional, teniendo en consideración las siguientes bases:

- La voluntad de las partes expresado a través del intercambio de información vigilancia, y sujeción a las leyes, reglamentos y políticas nacionales e internacionales.

- Compromiso de disminuir en lo posible la generación de desechos mediante la realización de estudios necesarios con el fin de promover mejores tecnologías de eliminación y manejo adecuado así como fomentar la conciencia pública y cooperación internacional para dicho fin.

- Notificar a la Secretaría del Convenio, todo accidente, eliminación riesgosa, cambio de autoridades, puntos de contacto, decisiones de no autorizar importaciones , limitar o prohibir la exportación de residuos.

- Establecer un fondo para prestar asistencia provisional frente a emergencias.

- Frente a la sospecha de una violación a los acuerdos del Convenio informar por escrito a la Secretaría.

- Se prohíbe la exportación e importación de materiales y residuos controlados por el Convenio con países que no forman parte y la exportación para su eliminación en la zona situada a los 60 grados de latitud sur, sean o no estos desechos objeto de movimientos transfronterizos.

-Compromiso de realizar un buen manejo de los desechos en el país importador, de tránsito e importador.

- Las exportaciones son bajo condiciones y consentimiento del país importador de lo contrario será un delito.

- No obstante con la firma de este Convenio, se pueden realizar otros acuerdos o acuerdos bilaterales, regionales o multilaterales, notificando de ya realizados y futuros.

- Creación de Centros regionales de capacitación y transferencia de tecnología.

**IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE RIESGOS**

No. DE ORDEN	RIESGO O EVENTO	ACCIDENTE HIPOTETICO	UBICACION		METODO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS	SISTEMA DE SEGURIDAD
			ETAPA DE PROCESO	UNIDAD O EQUIPO DE PROCESO		
1	RUPTURA DEL CILINDRO	FUGA DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION	COMBINACION DOW, HAZOP, FTA Y FMEA Y ANALISIS DE NUBES EXPLOSIVAS	
1	FALLA EN VALVULA DEL CILINDRO	FUGA DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION		
1	RUPTURA DE TUBERIA	FUGA DE TOXICO	(FLUORACION)	REACTOR		
2	RUPTURA DE CILINDRO	FUGA DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION		
2	FALLA EN VALVULA DEL CILINDRO	FUGA DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION		
3	FALLA EN VALVULA DEL CILINDRO	FORMACION NUBE EXPLOSIVA	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION		
4	RUPTURA DE CILINDRO	FUGA DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	CILINDRO A PRESION		
4	FALLA DEL DISCO DE RUPTURA	FUGA DE TOXICO	SERVICIOS AUXILIARES	COMPRESORES Y ENFRIADORES		
5	SOBRELLENADO DE TANQUE	DERRAME DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
6	SOBRELLENADO DE TANQUE	DERRAME DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
6	FALLA DEL DISCO DE RUPTURA	NUBE INFLAMABLE	RECUPERACION DE SOLVENTES	DESTILADOR		
7	SOBRELLENADO DE TANQUE	DERRAME DE TOXICO	ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
7	FALLA DEL DISCO DE RUPTURA	FUGA DE TOXICO	RESOLUCION (NOG-1)	REACTOR		
8	RUPTURA DEL CILINDRO	FORMACION DE NUBE INFLAMABLE	HIDROGENACION	REACTOR		
8	FALLA EN VALVULA DEL CILINDRO	FUGA	HIDROGENACION	CILINDRO A PRESION		
9	FALLA DISCO DE RUPTURA	FORMACION DE NUBE INFLAMABLE	CLORINACION FORMACION CATAL	REACTOR		

## INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA REVISION DEL ESTUDIO DE RIESGO

FECHA DE ELABORACION DEL PRESENTE INFORME: MARZO 13, 1995

ELABORADO POR: ING. BENJAMIN MARIN MORENO

REVISADO POR: ING. RICARDO VAZQUEZ LEMUS

AUTORIZADO POR: ING. CARLOS PEREZ TORRES

### MODALIDAD DEL ESTUDIO DE RIESGO:

- INFORME PRELIMINAR DE RIESGO/IPR
- ANALISIS DE RIESGO/AR
- ANALISIS DETALLADO DE RIESGO/ADR

### MOTIVO DE INGRESO:

- IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL
- PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCION DE ACCIDENTES DE ALTO RIESGO AMBIENTAL
- REQUERIMIENTO DE LA PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE
- OTROS. ESPECIFICAR

### DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

NOMBRE: EJEMPLO

UBICACION DE LAS INSTALACIONES: KM. 4 CARRETERA FEDERAL CUERNAVACA-CUAUTLA

Estado: MORELOS

Municipio: JIUTEPEC

ACTIVIDAD O NOMBRE DEL PROYECTO: FABRICACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS

LA EMPRESA O PROYECTO SE ENCUENTRA EN UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS URBANAS:

- ZONA INDUSTRIAL
- ZONA HABITACIONAL
- PARQUE INDUSTRIAL (CIVAC)
- URBANA
- SUBURBANA
- RURAL

III. ESTIMACION DE CONSECUENCIAS

III-1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS (SIMULACION DE ESCENARIOS)

No. DE ORDEN	TIPO DE LIBERACION HIPOTETICA	CANTIDAD HIPOTETICA LIBERADA	MODELO DE SIMULACION UTILIZADO	ESTADO FISICO	CRITERIOS UTILIZADOS	RESULTADOS			
						ZONA DE ALTO RIESGO		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	
1	FUGA	45 KG	CHARM Y RIESGR	GAS	IDLH/TLV	IDLH (m)	TIEMPO DE ALCANCE (min)	TLV (m)	TIEMPO DE ALCANCE (min)
						276	2	497	4
2	FUGA	210 G/MIN	CHARM Y RIESGR	GAS	IDLH/TLV	68	1	1240	20
3	FUGA	350 G/MIN	CHARM Y RIESGR	GAS	IDLH/TLV	19	1	65	1
4	FUGA	132 KG	CHARM Y RIESGR	GAS	IDLH/TLV	140	2	212	3
5	DERRAME	23 KG/MIN	CHARM Y RIESGR	EMISION DE VAPORES	IDLH/TLV	60	1	86	1
6	DERRAME	16 KG/MIN	CHARM Y RIESGR	EMISION DE VAPORES	TLV			87	1
7	FUGA	23 KG/MIN	CHARM Y RIESGR	EMISION DE VAPORES	TLV			261	10
8	NUBE INFLAMABLE	945.7 G	CHARM Y RIESGR	GAS	RADIO DE AFECTACION	2m d 0.02"			
9	NUBE INFLAMABLE	23 KG/MIN	CHARM Y RIESGR	VAPORES	RADIO DE AFECTACION	9m d 0.02"			

**I-1 SUSTANCIAS MANEJADAS EN PLANTA**

IDENTIFICACION		INVENTARIOS		
No. DE ORDEN	NOMBRE DE LA SUSTANCIA	EN ALMACENAMIENTO		
		CAPACIDAD TOTAL NOMINAL	No. DE UNIDADES DE ALMTO.	CAPACIDAD NOMINAL DE LA MAYOR UNIDAD DE ALMTO.
1	ACIDO FLUORHIDRICO	246 KG.	6	45 KG
2	ACIDO CLORHIDRICO	408 KG.		
3	ACETILENO	49 KG.	1	49 KG
4	AMONIACO ANHIDRO	45 KG.	1	45 KG
5	METANOL	121,784 KG.		1 TANQUE DE 69,129 KG
6	TOLUENO	40,888 KG.		1 TANQUE DE 24,454 KG
7	ACETONA	149,813 KG.		1 TANQUE DE 27,254 KG
8	HIDROGENO	535 KG.		
9	HEXANO	60,390 KG.		1 TANQUE DE 54,340 KG

**I-2 SUSTANCIAS TRANSPORTADAS EN DUCTOS**

IDENTIFICACION		ESPECIFICACIONES DEL DUCTO				
No. DE ORDEN	NOMBRE DE LA SUSTANCIA	PROVEEDOR	LONGITUD	TRAYECTORIA	FLUJO	DIAMETRO
--	NO SE MANEJAN DUCTOS	--	--	--	--	--

III-2 VULNERABILIDAD

LAS SIGUIENTES PREGUNTAS PLANTEAN SITUACIONES HIPOTETICAS DE ACCIDENTES MAYORES PROVOCADOS POR EL ENCADENAMIENTO ENTRE LOS FENOMENOS GEOLOGICOS, HIDROMETEOROLOGICOS, LAS CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS, SOCIOECONOMICAS Y ECOLOGICAS DEL SITIO EN QUE ESTA UBICADA LA PLANTA O EN QUE SE UBICARA EL PROYECTO CON LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS DE LA EMPRESA O PROMOVENTE, CONSIDERANDO AL MISMO TIEMPO LOS "PEORES CASOS CREIBLES".

LAS RESPUESTAS DEBERAN BASARSE EN LA INFORMACION CONTENIDA EN EL ESTUDIO DE RIESGO A CERCA DE LOS DATOS GEOGRAFICO-ESTADISTICOS TOMADOS DEL INEGI, DE LOS ESTUDIOS MICROREGIONALES ELABORADOS POR LOS GOBIERNOS ESTATALES Y MUNICIPALES O LOS ESTUDIOS PARTICULARES ELABORADOS DURANTE EL DISEÑO CORRESPONDIENTE.

LA RESPUESTA SERA SI EN EL CASO DE QUE SEGUN LA INFORMACION PRESENTADA POR LA EMPRESA O PROMOVENTE INDIQUE QUE SI ES POSIBLE EL ENCADENAMIENTO, EN CASO CONTRARIO SE RESPONDERA NO. EN EL CASO DE QUE SE CAFEZCA DE INFORMACION SE MARCARA IIR (INFORMACION INSUFICIENTE PARA RESPONDER).

RESPUESTA	CARACTERISTICAS DE VULNERABILIDAD DEL SITIO
	¿ EXISTE ACTIVIDAD SISMICA EN LA REGION QUE PUDIERA PROVOCAR FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
	¿ EXISTEN FALLAS SISMICAMENTE ACTIVAS EN LA REGION QUE PUDIERAN PROVOCAR FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
	¿ EXISTE ACTIVIDAD VOLCANICA EN LA REGION QUE PUDIERA PROVOCAR FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
	¿ HAN EXISTIDO INUNDACIONES EN LA REGION QUE PUDIERAN PROVOCAR FUGA O DERRAME ?
	¿ SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA DE HURACANES ?
	¿ EXISTEN CUERPOS RECEPTORES QUE PUDIERAN CONTAMINARSE EN CASO DE FUGA O DERRAME ?
	¿ EN CASO DE FUGA O DERRAME SE CONTAMINARIAN AGUAS SUBTERRANEAS ?
	¿ SE ENCUENTRA UBICADA EN ZONA DE FORMACION DE MAREMOTOS Y MAREJADAS QUE INCREMENTEN LAS CONSECUENCIAS EN CASO DE FUGA O DERRAME ?
	¿ EXISTEN ASENTAMIENTOS HUMANOS, INCLUYENDO GRUPOS Y/O INSTALACIONES CRITICAS O SENSITIVAS DE POBLACION COMO ESCUELAS, HOSPITALES, ASILOS O EDIFICIOS QUE INCREMENTEN LAS CONSECUENCIAS DE UNA FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
	REPORTAR EN EL PARENTESIS DE LA IZQUIERDA LA CANTIDAD DE POBLACION, EN EL CASO DE QUE LA RESPUESTA A LA PREGUNTA ANTERIOR SEA AFIRMATIVA.
	EL DATO ANTERIOR ES DE ORIGEN DOCUMENTAL (DO), ESTUDIO DE CAMPO-ENCUESTA (EC), ESTIMATIVO (ET), NO ESPECIFICADO (NE)
	¿ EXISTEN ALGUNAS DE LAS SIGUIENTES VIAS DE COMUNICACION O TRANSPORTE QUE INCREMENTEN LAS CONSECUENCIAS EN CASO DE FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
	CARRETERA(S)
	VIAS FERREAS
	DUCTOS
	AEROPUERTO (CONSIDERANDO EL TRAFICO AEREO Y LA LAS RUTAS)
	¿ SE REALIZAN ACTIVIDADES EN TORNIO A LA EMPRESA O PROYECTO EN LOS QUE SE MANEJEN SUSTANCIAS Y MATERIALES CON ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARATERISTICAS ?

		TOXICAS
		EXPLOSIVAS
		INFLAMABLES
		CORROSIVAS
		¿ EXISTE EN LA REGION FLORA Y FAUNA SILVESTRE QUE INCREMENTEN LAS CONSECUENCIAS EN CASO DE FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
		¿ EXISTE ALGUNA ZONA NATURAL PROTEGIDA EN LA REGION QUE INCREMENTE LAS CONSECUENCIAS EN CASO DE FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?
		¿ EN CASO DE FUGA O DERRAME SE CONTAMINARIAN SIGNIFICATIVAMENTE SUELOS PRODUCTIVOS O ECOLOGICAMENTE VALIOSOS ?
		¿ EXISTEN EN LA PLANTA RESIDUOS PELIGROSOS QUE INCREMENTARIAN LAS CONSECUENCIAS EN CASO DE FUGA, DERRAME, INCENDIO O EXPLOSION ?. ESTA RESPUESTA DEBERA FUNDAMENTARSE EN EL MANIFIESTO DE LA EMPRESA O PROYECTO COMO GENERADORA DE RESIDUOS PELIGROSOS.



IV. CONCLUSIONES. MARCAR CON UNA (X) LAS CAUSAS POR LAS QUE SE REQUIERE LA PRESENTACION DEL PPA SON:

RESPUESTA	CAUSA(S) POR LA(S) QUE SE REQUIERE PPA
X	DE ACUERDO A LOS LISTADOS PUBLICADOS EL 28 DE MARZO DE 1990 Y EL 4 DE MAYO DE 1992, LA EMPRESA REALIZA O REALIZARA ACTIVIDADES CONSIDERADAS COMO ALTAMENTE RIESGOSAS.
	LA INFORMACION PRESENTADA POR LA EMPRESA CARECE DE LA METODOLOGIA SUFICIENTE PARA ANALIZAR LOS RIESGOS, LO CUAL IMPLICA UN NIVEL MAYOR DE PREPARACION PARA DAR RESPUESTA A EMERGENCIAS.
	LA INFORMACION OMITIDA POR LA EMPRESA INDICA QUE CARECE DEL MARCO REFERENCIAL PARA EL MANEJO DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS QUE REALIZA LO CUAL IMPLICA UN NIVEL MAYOR DE PREPARACION PARA DAR RESPUESTA A EMERGENCIAS. (ESTE CRITERIO SOLO SE APLICA A ESTUDIOS DE RIESGO QUE INGRESARON POR EL PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCION DE ACCIDENTES DE ALTO RIESGO AMBIENTAL 1992-1994, EL CUAL FUE VOLUNTARIO.
X	LOS RIESGOS IDENTIFICADOS PODRIAN PROVOCAR ACCIDENTE MAYORES YA QUE LOS RESULTADOS DE LAS MODELACIONES REBASAN O COINCIDEN CON LOS LIMITES DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA O PROYECTO.
X	LA VULNERABILIDAD DE LA ZONA PODRIA INCREMENTAR LAS CONSECUENCIAS DE UN ACCIDENTE MAYOR PROVOCADO POR LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS DE LA EMPRESA O PROYECTO DE REFERENCIA.
	LA EMPRESA HA ADOPTADO LA POLITICA AMBIENTAL DE DESARROLLAR PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.
	LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DE OPERACION/PROCESO Y EQUIPO SON OBSOLETAS.
	LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DE PROCESO/OPERACION SON INNOVADORAS O DE PUNTA, POR LO CUAL EL MARGEN DE SEGURIDAD REQUIERE DE CONTAR CON PLANES DE RESPUESTA A EMERGENCIAS.
X	LA EMPRESA TIENE ANTECEDENTES DE ACCIDENTES MAYORES O CUASI-ACCIDENTES.
	LAS CARACTERISTICAS SOCIALES DEL SITIO HACEN NECESARIO QUE LA EMPRESA CUENTE CON UN NIVEL MAYOR DE PREPARACION PARA DAR RESPUESTA A EMERGENCIAS RELACIONADAS CON LAS ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS QUE REALIZA.
	LA INCORPORACION DE UN NUEVO PROYECTO (EN PROCESO DE ANALISIS Y DICTAMINACION EN EL INE) DENTRO DEL MISMO PREDIO DE LA EMPRESA EN CUESTION INCREMENTARA LOS RIESGOS EXISTENTES.

NOTAS Y OBSERVACIONES

LA EMPRESA PRESENTO EL ESTUDIO DE RIESGO ANTE ESTA DIRECCION EL 4 DE NOVIEMBRE DE 1992.  
 LA EMPRESA EN CUESTION EN EL PERIODO DE 1989 A 1992 REGISTRO VARIOS ACCIDENTES (DERRAMES, CONATOS DE INCENDIO, FUGAS DE GASES Y/O VAPORES, EXPLOSIONES MENORES SIN FUEGO, ETC).

MODELOS DE SIMULACION UTILIZADOS:

CHARM: COMPLEX HAZARDOUS AIR RELEASE MODEL (CORPORACION RADIAL)

RIESGR: RECURSOS INSTRUMENTALES PARA LA EVALUACION SISTEMATIZADA DE GRANDES RIESGOS (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION EN COLCHERIA)

# PROGRAMAS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

## Que es?

Es el Programa formado por los planes, procedimientos, organización, recursos y acciones para proteger a la población y sus bienes, así como al ambiente y sus ecosistemas de los accidentes que pudieran ser provocados por la realización de las actividades altamente riesgosas.

## Para que Sirve?

Sirve como instrumento de planeación y de ejecución para dar respuesta a emergencias y contingencias provocadas por la realización de actividades altamente riesgosas.

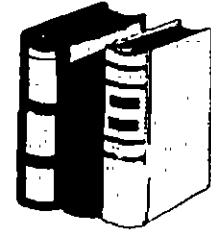
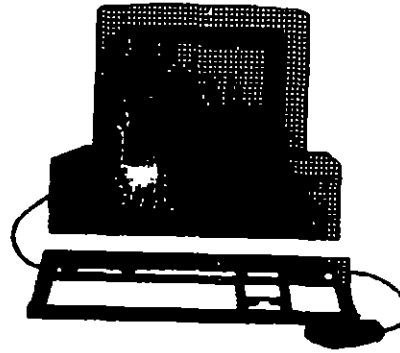
## Fundamento Legal

Capítulo IV, Artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

## Beneficios

El desarrollo de un PPA permite a la empresa estar preparada para dar respuesta a las actividades altamente riesgosas identificadas en el estudio de riesgo, hacer un diagnóstico del grado de ayuda externa que ésta requeriría y establecer los niveles de participación de empresas y población circunvecinas, así como de las autoridades.

## **ANALISIS DE RIESGO DE LA PLANTA**



**DESCRIPCION DE LOS PROCESOS**

**DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS**

**UBICACION DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS.**

**IDENTIFICACION Y JERARQUIZACION DE LOS RIESGOS EN LA PLANTA**

**DETERMINACION DE LAS ZONAS DE RIESGO**

# CARACTERISTICAS FISICAS



GEOLÓGICAS



CLIMATOLÓGICAS



HIDROLÓGICAS

OCEANOGRÁFICAS

SOCIO-ECONÓMICAS



BIOLÓGICAS



## **DATOS GENERALES DEL SITIO**

- UBICACION DE LA PLANTA
- SUPERFICIE
- CARACTERISTICAS FISICAS
- CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS
- CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS

## **NIVEL EXTERNO**

**12. ORGANIZACION LOCAL PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES. CLAM.**

**13. EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA.**

**14. PROCEDIMIENTOS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS DEL CLAM.**

**15. SISTEMA DE COMUNICACION Y ALARMA.**

**16. PROCEDIMIENTOS PARA EL RETORNO A CONDICIONES NORMALES Y DE RECUPERACION.**

**17. PROGRAMA DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO.**

**18. PROGRAMA DE SIMULACROS.**

**19. EDUCACION PUBLICA.**

**20. ACTUALIZACION DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES EN EL NIVEL EXTERNO.**

# **ANTECEDENTES GENERALES DEL PROPONENTE**

(Marco referencial para la Planeación y Análisis del PPA)

**DATOS GENERALES DE LA EMPRESA**

**DATOS GENERALES DEL SITIO**

**ANALISIS DE RIESGO DE LA PLANTA**

## **NIVEL INTERNO**

- 4 ORGANIZACION PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.**
- 5 EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA.**
- 6 PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS DE RESPUESTA A EMERGENCIA.**
- 7 SISTEMAS DE COMUNICACION Y ALARMA.**
- 8 PROCEDIMIENTOS PARA EL RETORNO A CONDICIONES NORMALES.**
- 9 PROGRAMA DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO.**
- 10 PROGRAMA DE SIMULACROS.**
- 11 ACTUALIZACION DEL PPA.**



## ANTECEDENTES GENERALES DEL PROPONENTE

1. DATOS GENERALES

2. DATOS DEL SITIO

3. RESULTADOS DE LA EVALUACION DE  
RIESGO DE LA PLANTA

ELABORACION DE LOS PPA's

**LINEAMIENTOS**

# **BASES GENERALES**

- ACTIVIDADES RIESGOSAS
- ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS
- EVALUACION DE RIESGOS

## **CRITERIOS GENERALES Y ESTRUCTURA DEL PPA**

- ETAPAS Y NIVELES
- ANTECEDENTES DEL PROPONENTE.
- PPA DEL NIVEL INTERNO.
- ORGANIZACION DE LA EMPRESA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.
- EL PPA DE NIVEL EXTERNO.
- ORGANIZACION LOCAL. CLAM.
- EL CENTRO DE OPERACIONES.

**GUIA PARA LA ELABORACION  
DE LOS PROGRAMAS  
PARA LA PREVENCION  
DE ACCIDENTES**

**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA  
DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL**

---

**COMITE DE ANALISIS Y APROBACION  
DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION  
DE ACCIDENTES ( COAAPPA )**

**SEDESOL SEMIP SECOFI SSA STPS DDF SEGOB-DGPC SEGOB-CENAPRED**

**GUIA PARA LA ELABORACION  
DE LOS PROGRAMAS PARA  
PREVENCION DE ACCIDENTES**

**DOCUMENTO DE TRABAJO  
PARA EL PROPONENTE**

---

**REVISION 06**

**MARZO 11 DE 1993**

## O B J E T I V O S .

### DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES .

- Evitar que los accidentes provocados por la realización de Actividades Altamente Riesgosas, alcancen niveles de desastre o calamidad.
- Propiciar que quienes realicen actividades de alto riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como Autoridades Locales, desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de sustancias peligrosas.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de desastres y calamidades ocasionadas por la liberación de sustancias peligrosas.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concertación de acciones para implementar adecuadamente el PPA en la localidad.
- Que las Industrias de Alto Riesgo difundan en la localidad, la información relacionada con las actividades que desarrollan y los riesgos que éstas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con que se cuentan para disminuir y controlar dichos riesgos y enfrentar cualquier contingencia y atender calamidades y/o desastres provocados por la liberación accidental de sustancias peligrosas.

**PPA**

---

**PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS**

**MODULO II:  
CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS**

**MUESTREO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

**ING. RAUL MONTES DE OCA**

Muestreo

y

Caracterización

# MUESTREO :

El muestreo es la obtención de una muestra que guarde las mismas características del lugar donde fué tomada, es decir que sea representativa de la muestra original

# Plan de muestreo

Después de determinar que si es necesario el muestreo, entonces:

## Muestreo representativo

Este es el punto más importante y es el objetivo de realizar este plan:

El volumen tiene un efecto importante; por ejemplo de una laguna, el volumen recomendado a obtener es de 200lts o para una sección de tambos se aplica la raíz del total de la población más el 10%.

El tipo de residuo

Su procedencia y materia prima

La finalidad del análisis

La precisión y confiabilidad de la muestra

# Objetivos del muestreo

Quien requiere el muestreo ?

Es únicamente para evaluar al residuo ?

Es para disposición final ?

Para identificación ?

Es para control de perdidas o de proceso ?

# Documentación del residuo.

Propiedades físicas y químicas (explosividad, volatilidad, composición, ...)

Forma correcta de manejo ( compatibilidad)

Proveedor

Hoja de seguridad ( M.S.D.S. )

# Equipo de muestreo y contenedor

	fluidos	lodos	polvos	tierras	sólidos
tambores	caliwasa	trier	trier		trier
sacos o bolsas			trier		trier
camiones de carga	caliwasa	trier	trier		trier
tanques o depositos	dipper	trier	trier		trier
piletas			trier		trier
lagunas o fosas	dippe		trier		trier
tubería	dipper	dippe			

## El contenedor

- El contenedor a utilizar en el muestreo debe de ser compatible con el residuo a muestrear, además de que debe cumplir con el volumen requerido y ser resistente

- Comúnmente se utilizan frascos de vidrio o plástico (polietileno), alargados, con rosca para un buen selle

El costo es otro punto importante y por ello también se llegan a utilizar en vasos de teflon.



### 3.- Mezcla de residuos

La mezcla de un residuo peligroso, con otro residuo no peligroso; será considerada como peligrosa comúnmente.

- Esto incluye a los recipientes o tambores que contienen a los residuos peligrosos, así como a los materiales utilizados para análisis y muestreos

Si se requiere realizar la mezcla de residuos peligrosos, esta debe de realizarse según ciertos criterios existentes

## 5.- Método de muestreo

### Tipos de muestreo

A) Muestreo completo. Este muestreo contempla a los residuos de los cuales nos se conoce nada o son residuos heterogéneos y por ello se muestrean todas las posibilidades

B) Muestreo estatificado. Se aplica a residuos homogéneos de los cuales se conoce su procedencia y el muestreo se realiza estatificando el total de la población

C) Muestreo aleatorio. El muestreo se aplica en forma aleatoria y facilita la identificación del residuo

D) Muestreo autoritario. Personal especializado o autoridades competentes seleccionan el lugar del muestreo; pero la validación de la muestra corre a cargo del seleccionador. Este muestreo no se recomienda para identificar residuos

## 6.- Reconocimiento del sitio

- Verificar la accesibilidad al residuo; unos se obtienen al girar la llave de paso y para otros se utiliza maquinaria pesada de excavación

- Conocer el proceso que genera el residuo, es decir si es intermitente o si tiene variaciones en los materiales que se introducen o si tiene períodos de mantenimiento o arranque

- Checar la aclimatación de la muestra, como es la insolación, la humedad del lugar, los tiempos de almacenamiento

- Identificar los sitios de almacenamiento, su clarificación y recolección

## 7.- Equipo y medidas de seguridad

- El equipo depende del residuo y del lugar, junto con otros factores como el volumen a manejar y las características entre otros

- Aunque las medidas de seguridad nunca están de sobra, se mencionan algunas para el manejo de tambores:

Al abrir un tambo hay que mantenerse alejado

No recargarse en otros tambos mientras se muestrea

No colocar objetos sobre los tambos

No subir o escalar tambores

No mover tambores

No utilizar equipo contaminado

No muestrear tambos sin identificación

- Etiquetar la muestra

- Sellar la muestra para evitar violaciones

- Llenar las hojas de campo

- Retornar los restos de los residuos peligrosos

- Regirse por los reglamentos correspondientes

# Caracterización

## 1 - Definición de residuo peligroso

Un residuo peligroso es todo aquel que por sus características *Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica, Inflamable y Biológica infecciosa*, representan un peligro para el medio ambiente

## Corrosividad

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

- a) En estado líquido presenta un valor de pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5
  
- b) En estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55 °C es capaz de corroer el acero al carbón (SAE1020), a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.

## Reactividad

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

- a) Bajo condiciones normales (25 °C/1 atm.), se combina o polimeriza violentamente sin detonar
- b) En condiciones normales (25 °C/ 1 atm.) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3 5:5 reacciona violentamente formando gases, vapores o humos
- c) Bajo condiciones normales cuando se pone en contacto con soluciones de pH; ácido (HCL 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N) en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos

d) Posee en su constitución cianuros o sulfuros  
....que cuando se exponen a condiciones de pH  
entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores,  
ó humos tóxicos en cantidades mayores a 250  
mg. de HCN/kg. de residuo o 500 mg. de  
H<sub>2</sub>S/kg. de residuo y 12.5 pueden generar

e) Es capaz de producir radicales libres



# Explosividad

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

- a) Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno
- b) Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1 atmósfera de presión

# Toxicidad

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

Una vez sometido a la prueba de extracción, el lixiviado de la muestra representativa que contenga cualquiera de los siguientes constituyentes en concentraciones mayores a los límites señalados:

## Constituyentes inorgánicos

en mg/l

## Constituyentes orgánicos

en mg/l

Arsénico	5.0	Benceno	0.5
Bario	100.0	2-cloro etílico	0.05
Cadmio	1.0	Clorobenceno	100
Cromo hexavalente	5.0	Cloroformo	6
Niquel	5.0	Cloruro de metileno	8.6
Mercurio	0.2	Cloruro de vinilo	0.2
Plata	5.0	1,2-diclorobenceno	4.3
Plomo	5.0	1,4-diclorobenceno	7.5
Selenio	1.0	1,2-dicloroetano	0.5

Constituyentes orgánicos

en mg/l		en mg/l	
Acrilonitrilo	5	1,1-Dicloroetileno	0.7
Clordano	0.03	Disulfuro de carbono	14.4
o - cresol	200	Fenol	14.4
m - cresol	200	Hexaclorobenceno	0.13
p - cresol	200	Hexaclaro-1,3-butadieno	0.5
acido 2,4-diclorofenoxiacético	10	Etilmetilcetona	200
2,4-Dinitrotolueno	0.13	Piridina	5
Endrin		1,1,1,2-tetracloroetano	10
Heptacloro( y su epoxido)	0.008	1,1,2,2-tetracloroetano	1.3
Lindano	0.04	Isobutanol	36
Metoxicloro	10	Tetracloroetileno	0.7
Nitrobenceno	2	Tolueno	14.4
Pentaclorofenol	100	1,1,1-tricloroetano	30
2,3,4,6--tetraclorofenol	1.5	1,1,2-tricloroetano	1.2
Toxafeno	0.5	Tricloroetileno	0.5
2,4,5-Triclorofenol	400	tetracloruro de carbono	0.5
2,3,6-Triclorofenol	2	Acido 2,4,5-tricloro - fenoxipropiónico	1

## Inflamabilidad

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

- a) En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen
- b) Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C
- c) No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos ( a 25 °C y a 1 atmósfera )
- d) Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión

## **Biológico infeccioso**

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

- a) Cuando un residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección
- b) Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos

## 2.- Estrategia de identificación

Antes de identificar a un residuo peligroso por sus características **CRETIB**, es necesario considerar como peligrosos los residuos clasificados en las tablas 1, 2, 3 y 4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-ECOL/93; (como se muestra en el diagrama de identificación)

La Tabla 1 ( f ), clasifica a los residuos peligrosos por su giro industrial y proceso; es decir que son de fuente específica

La Tabla 2 ( k ), clasifica a los residuos peligrosos por fuente no específica.

La Tabla 3 ( p ), clasifica a los residuos peligrosos por la materia prima que se utiliza en la producción de la pintura

La Tabla 4 ( u ), clasifica como residuos peligrosos a las bolsas y envases que contuvieron productos clasificados como peligrosos y lodos específicos.

RESIDUO

**Diagrama de flujo para  
identificación de residuos  
peligrosos**

El residuo se encuentra en la tabla 1

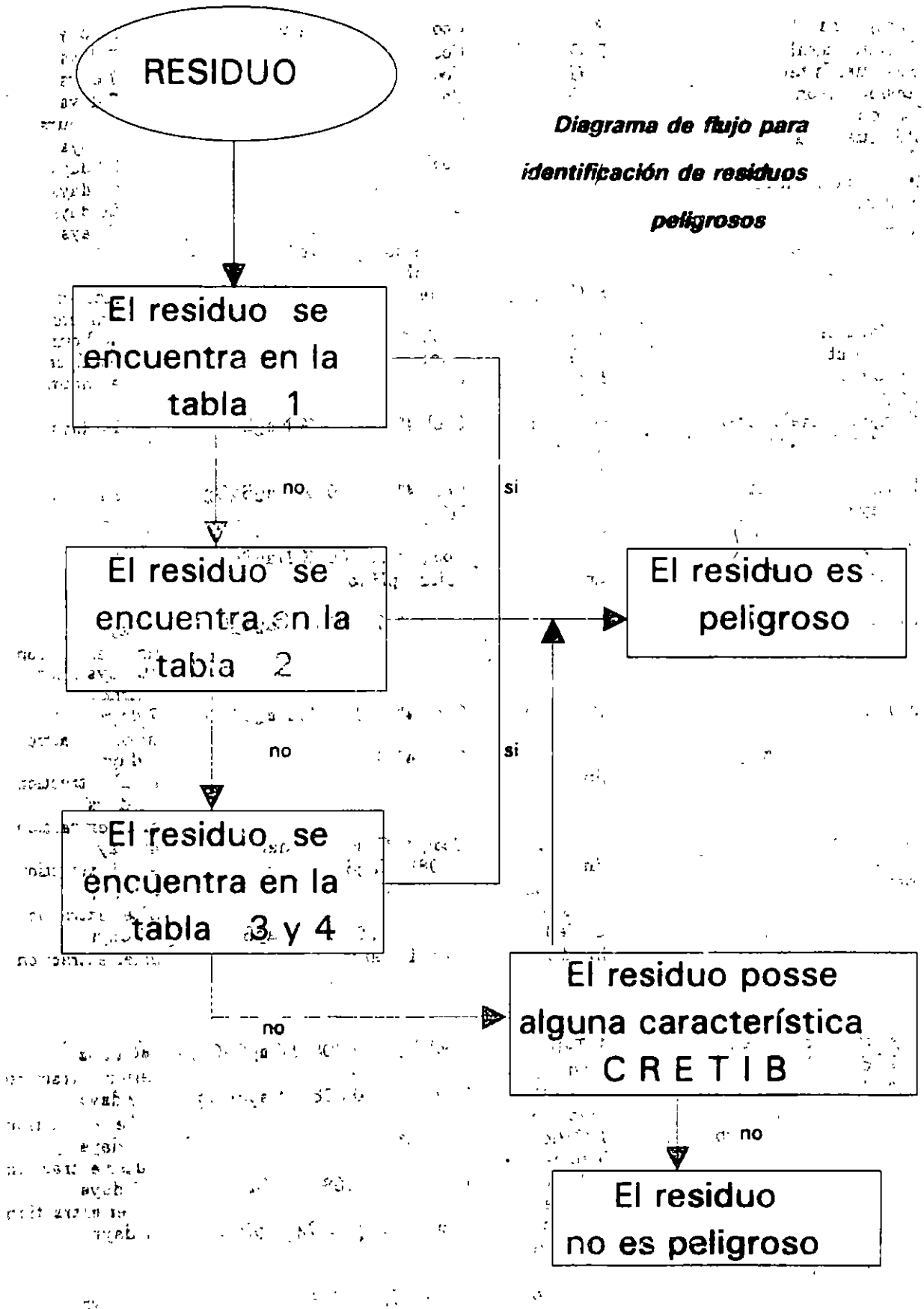
El residuo se encuentra en la tabla 2

El residuo se encuentra en la tabla 3 y 4

El residuo es peligroso

El residuo posee alguna característica CRETIB

El residuo no es peligroso



Name	Container <sup>1</sup>	Preservation	Maximum holding time
Phosphorus, total	P, G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Residue, total	P, G	Cool, 4° C	7 days
Residue, Filterable	P, G	Cool, 4° C	7 days
Residue, Nonfilterable (TSS)	P, G	Cool, 4° C	7 days
Residue, Settleable	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Residue, volatile	P, G	Cool, 4° C	7 days
Silica	P, G	Cool, 4° C	28 days
Specific conductance	P, G	Cool, 4° C	28 days
Sulfate	P, G	Cool, 4° C	28 days
Sulfide	P, G	Cool, 4° C, add zinc acetate plus sodium hydroxide to pH >9	7 days
Sulfite	P, G	None required	Analyze immediately
Surfactants	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Temperature	P, G	None required	Analyze
Turbidity	P, G	Cool, 4° C	48 hours
<u>Organic Tests:</u>			
Purgeable Halocarbons	G, Teflon-lined septum	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14 days
Purgeable aromatic hydrocarbons	G, Teflon-lined septum	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , HCl to pH 2	14 days
Acrolein and Acrylonitrile	G, Teflon-lined septum	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , adjust pH to 4-5	14 days
Phenols	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7 days until extraction 40 days after extraction
Benzidines	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7 days until extraction
Phthalate esters	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C	7 days until extraction 40 days after extraction
Nitrosamines	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, store in dark, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40 days after extraction
PCBs, acrylonitrile	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C	40 days after extraction
Nitroaromatics and isophorone	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , store in dark	40 days after extraction
Polynuclear aromatic hydrocarbons	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , store in dark	40 days after extraction
Haloethers	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40 days after extraction
Chlorinated hydrocarbons	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C	40 days after extraction
TCDD	G, Teflon-lined cap	Cool, 4°, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40 days after extraction
Total organic halogens	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	7 days
<u>Pesticides Tests:</u>			
Pesticides	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, pH 5-9	40 days after extraction
<u>Radiological Tests:</u>			
Alpha, beta and radium	P, G	HNO <sub>3</sub> to pH<2	6 months



Parameter	Container	Preservative	Holding Time
<b><u>Volatile Organics</u></b>			
Concentrated Waste Samples	8-oz widemouth glass with Teflon liner	None	14 days
<b>Liquid Samples</b>			
No Residual Chlorine Present	2 40-mL vials with Teflon lined septum caps	4 drops conc. HCl, cool, 4° C	14 days
Residual Chlorine Present	2 40-mL vials with Teflon lined septum caps	Collect sample in a 4 oz. soil VOA container which has been pre-preserved with 4 drops of 10% sodium thiosulfate. Gently mix sample and transfer to a 40-ml VOA vial that has been pre-preserved with 4 drops conc. HCl, cool to 4° C	14 days
Acrolein and Acrylonitrile	2 40-ml vials with Teflon lined septum caps	Adjust to pH 4-5, cool, 4° C	14 days
Soil/Sediments and Sludges	4-oz (120-mL) wide-mouth glass with Teflon liner	Cool, 4° C	14 days
<b><u>Semivolatile Organics/Organochlorine Pesticides/PCBs</u></b>			
Concentrated Waste Samples	8-oz. widemouth glass with Teflon liner	None	Samples must be extracted within 14 days and extract analyzed within 40 days following extraction.
<b>Water Samples</b>			
No Residual Chlorine Present	1-gal. or 2 1/2-gal. amber glass with Teflon liner	Cool, 4° C	Samples must be extracted within 14 days and extract analyzed within 40 days following extraction.
Residual Chlorine Present	1-gal. or 2 1/2-gal. amber glass with Teflon liner	Add 3 mL 10% sodium thiosulfate per gallon, cool, 4° C	Samples must be extracted within 7 days and extracts analyzed within 40 days following extraction.
Soil/Sediments and Sludges	8-oz. widemouth glass with Teflon liner	Cool, 4° C	Samples must be extracted within 14 days and extracts analyzed within 40 days following extraction.

Name	Container <sup>1</sup>	Preservation	Maximum holding time
<b>Bacterial Tests:</b>			
Coliform, fecal and total	P, G	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 hours
Fecal streptococci	P, G	Cool, 4° C, 0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6 hours
<b>Inorganic Tests:</b>			
Acidity	P, G	Cool, 4° C	14 days
Alkalinity	P, G	Cool, 4° C	14 days
Ammonia	P, G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Biochemical oxygen demand	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Bromide	P, G	None required	28 days
Biochemical oxygen demand carbonaceous	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Chemical oxygen demand	P, G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Chloride	P, G	None required	28 days
Chlorine, total residual	P, G	None required	Analyze immediately
Color	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Cyanide, total and amenable to chlorination	P, G	Cool, 4° C, NaOH to pH>12, 0.6 g ascorbic acid	14 days
Fluoride	P	None required	28 days
Hardness	P, G	HNO <sub>3</sub> to pH<2, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	6 months
Hydrogen ion (pH)	P, G	None required	Analyze immediately
Kjeldahl and organic nitrogen	P, G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
<b>Metals:</b>			
Chromium VI	P, G	Cool, 4° C	24 hours
Mercury	P, G	HNO <sub>3</sub> to pH<2	28 days
Metals, except chromium VI and mercury	P, G	HNO <sub>3</sub> to pH<2	6 months
Nitrate	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Nitrate-nitrite	P, G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Nitrite	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Oil and grease	G	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Organic carbon	P, G	Cool, 4° C, HCl or H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Orthophosphate	P, G	Filter immediately, cool, 4° C	48 hours
Oxygen, Dissolved Probe	G Bottle and top	None required	Analyze immediately
Winkler	do	Fix on site and store in dark	8 hours
Phenols	G only	Cool, 4° C, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> to pH<2	28 days
Phosphorus (elemental)	G	Cool, 4° C	48 hours

