

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

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA, UNAM
DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS
MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS
DEL 20 AL 24 DE MAYO DE 1996.
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. RICARDO ESTRADA NUÑEZ
SUBDIRECTOR TECNICO
DIR. DE DESECHOS SOLIDOS, D.D.F.
AV 412 ESQ 608
SAN JUAN DE ARAGON
07950 GUSTAVO A MADERO, MEXICO D.F.
799 26 28/ 2893 740 8080 740 8620

DRA. GEORGINA FERNANDEZ VILLAGOMEZ
JEFA DE DEPTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPFI, UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
COYOACAN
04510 COYOACAN, MEXICO D.F.
622 30 03

ING. RAUL MONTES DE OCA
GERENTE
ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE
ARAGON No 123
ALAMOS
03400 BENITO JUAREZ, MEXICO D.F.
538 05 35

ING. PAULA NOREÑA FRANCO
SUBGERENTE DE INGENIERIA AMBIENTAL
I.C.A. CONCENCIONARIAS
MINERIA No 145 EDIF 6 PISO 2
ESCANDON
11800 MIGUEL HIDALGO, MEXICO D.F.
272 99 91

ING. JOSE CARLOS PEREZ TORRES
SUBDIRECTOR DE RIESGO AMBIENTAL
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA
RIO ELBA No 20 PISO 12
CUAUHTEMOC
06500 CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.
553 94 38 286 93 84

ING. SERGIO RIVAPALACIO CHIANG
DIR AREA DE RESIDUOS PELIGROSOS Y RIESGO
SRIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS Y PESCA
RIO ELBA No 20 PISO 3
CUAUHTEMOC
06500 CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.
553 12 35

M EN I JORGE SANCHEZ GOMEZ
DIRECTOR TECNICO DE DESECHOS SOLIDOS
DEPTO. DEL DISTRITO FEDERAL
SAN ANTONIO ABAD No 122 PISO 6
TRANSITO
06000 CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.
578 50 89 740 29 98 740 23 73

ING. GUSTAVO SOLORIZANO GCHOA
GERENTE TECNICO
OGDEN, S. DE R.L. C.V.
AV. DESIERTO DE LOS LEONES No 13
SAN ANGEL
01000 ALVARO OBREGON, MEXICO D.F.
616 27 50 616 26 46 616 28 75



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 2: MARCO LEGAL

MI. GUSTAVO SOLORIZANO

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

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA; UNAM
DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS
MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y
HOSPITALARIOS
DEL 20 AL 24 DE MAYO DE 1996.
DIRECTORIO DE ASISTENTES

QUIM. ARMANDO GONZALEZ LUCAS
JEFE DE BRIGADA
D.G.C.O.H.
DIV. DEL NORTE 3330
R.
CD. JARDIN COYOACAN
MEXICO, D. F.
544-51-81

ING. REYNA HERNANDEZ SANDOVAL
ING. CIVIL (DESAR. DE PROYEC.)
CAJA COSTARRICENSE DE SEG. SOC.
APART. 10105 SAN JOSE DE COSTA
(506) 2575-462

DR. JAVIER LARA GARCIA
TECN. ACADEMICO ASOC. A.
FACULTAD DE MEDICINA UNAM
CIRCUITO INT.
COPILCO UNIV. COYOACAN
04510 MEXICO, D. F.
623-23-39

LIC. GONZALO MARTINEZ ULLOA
GERENTE GRAL.
CYDISA
GALILEO 20-401
POLANCO M. HIDALGO
MEXICO, D. F.
280-16-01

LIC. ARMANDO RAMIREZ HERNANDEZ
GTE. GRAL.
TRANSP. MIDAS S. A. DE C. V.
AV. ING. EDUARDO MOLINA 7210-B
CONST. DE LA REP. GUSTAVO A. MADERO
07460 MEXICO, D. F.
781-15-68

ING. MARIO ROBLES MURGUIA
SUPERVISOR DE PROYECCIONES
LABORATORIOS PISA S/A. DE C. V.
CALLE 7 NOTES 1308BY ATAHUAL
SECTOR IND.
GUADALAJARA, JAL.
678-26-71

FERNANDO RODRIGUEZ GARIBAY

ING. RAUL SALCEDO HERNANDEZ
DIRECCION DE LIMPIA Y MANTENIMIENTO/AREA
DIR. GRAL. DE SERV. URBANOS
AV. AVARIO CHURUBUSCO 11550
ZAPATA VELA IZTACALCO
MEXICO, D. F.
796-18-27

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: Cortina de Navarra, C., 1992. *Regulación y gestión de productos químicos en México, enmarcados en el comercio 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 desarrollaras, 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 con otros— con dos órganos desconcentrados, 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

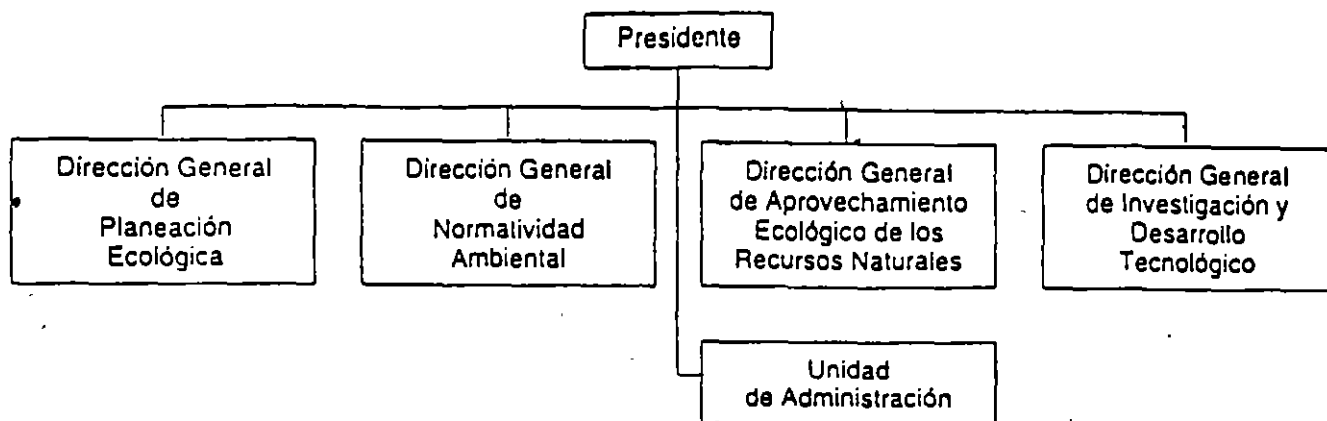
El Reglamento Interior de la Sedesol establece, en su Artículo 36, las atribuciones que le competen al INE, a través de su estructura (figura 7).

*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.

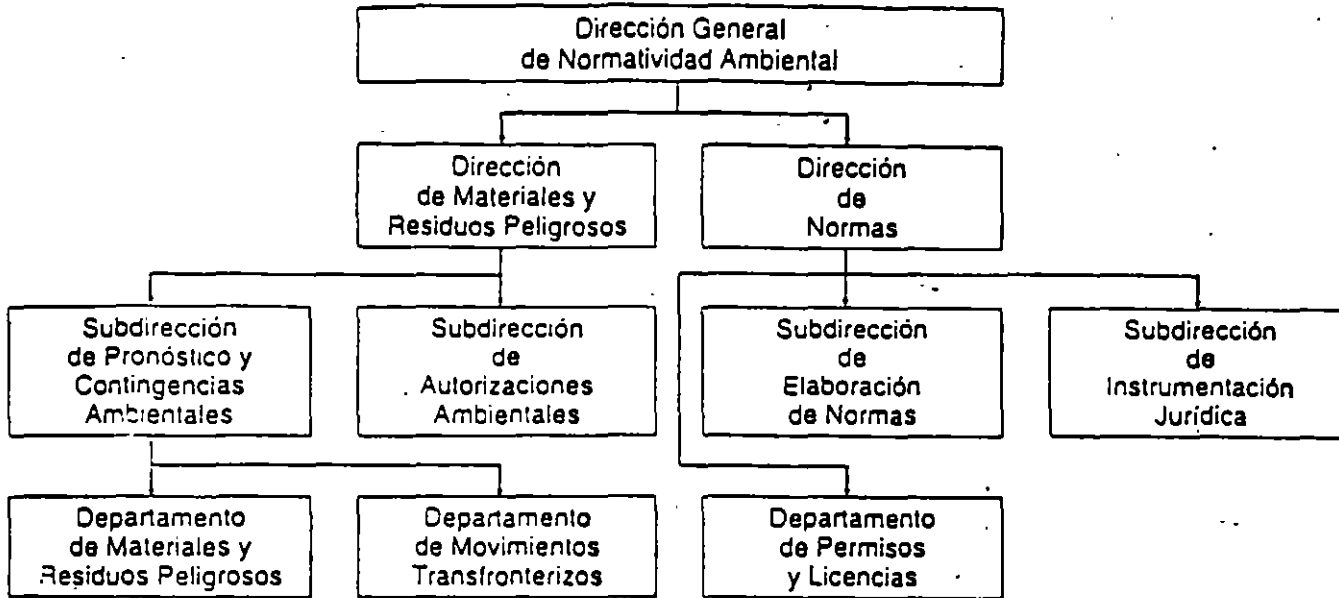
* Consultar el Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol.

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 competan.

XXI. Las demás que le otorguen el Secretario y otras disposiciones jurídicas aplicables.

De estas atribuciones, las relacionadas con las que 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 PFFA, 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 PFFA, Sedesol, DOF, julio 17 de 1992.

- federal y hacerlo del conocimiento de la Procuraduría.
- V. 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.

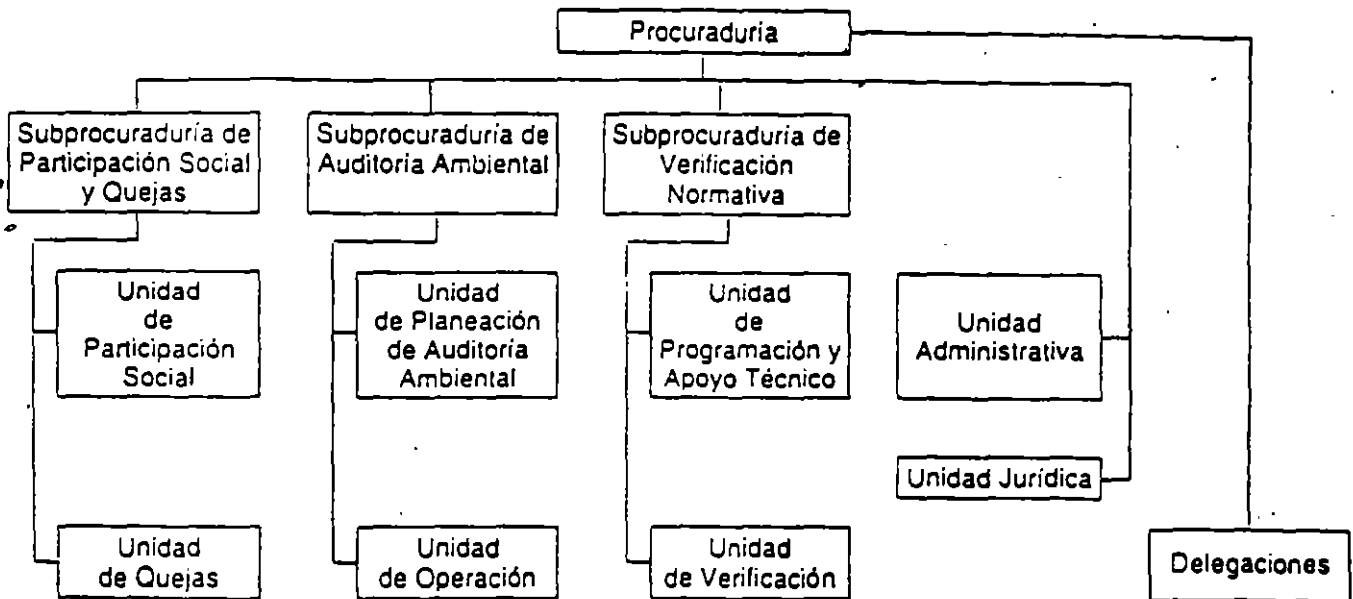
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

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 pentajes 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 para

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 disposición de desechos, de compue acti vidades que, por su naturaleza, cons... an u riesgo potencial para el ambiente, verificando los sistemas y dispositivos necesarios para e cumplimiento de la normatividad ambiental así como las medidas y capacidad de las empre sas o entidades, para prevenir y actuar en caso de contingencias y emergencias ambientales.
- Formular, a solicitud de la autoridad competen te, 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 r la empresa u organismo auditado, así c... lo 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 Procuraduría 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-

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

* Consultar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, 1988.

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 obstruyan 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, dentro del 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-

*Consultar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988.

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 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, reúsa, 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.

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, despidió, 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	
	36 y 37	Selección y operación de confinamientos controlados de residuos peligrosos.
	34	Entrega de un reporte mensual de residuos peligrosos.
	39	Prohibición de disposición final de BPC's.
	53	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.

Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, DOF, 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, públicas 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. Para el almacenamiento y transporte de RP, el generador deberá envasarlos de

Art. 14

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 ináximo 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.

- 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;
- 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;
- V. Lista, composición y cantidad detallada de los RP que se pretenda importar o exportar;
- VI. Lugar de partida y destino de los transportes a utilizar y ruta que seguirá;
- 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;
- 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;
- 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;
- X. Descripción del proceso de generación de los RP y características

del residuo que queda después del reciclaje;

- XI. Relación detallada de 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
- XII. Descripción de las medidas de emergencia que se tomarán en caso de derrames en tránsito.

Art. 46 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.

Art. 47 Previamente al otorgamiento de la autorización, la Secretaría fijará el monto y vigencia de las fianzas, depósitos o seguros tanto nacionales como 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.

Art. 48 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 e solicitante de dichos permisos o autorizaciones.

Art. 49 La autorización que conceda la Secretaría tendrá una vigencia de noventa

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 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:

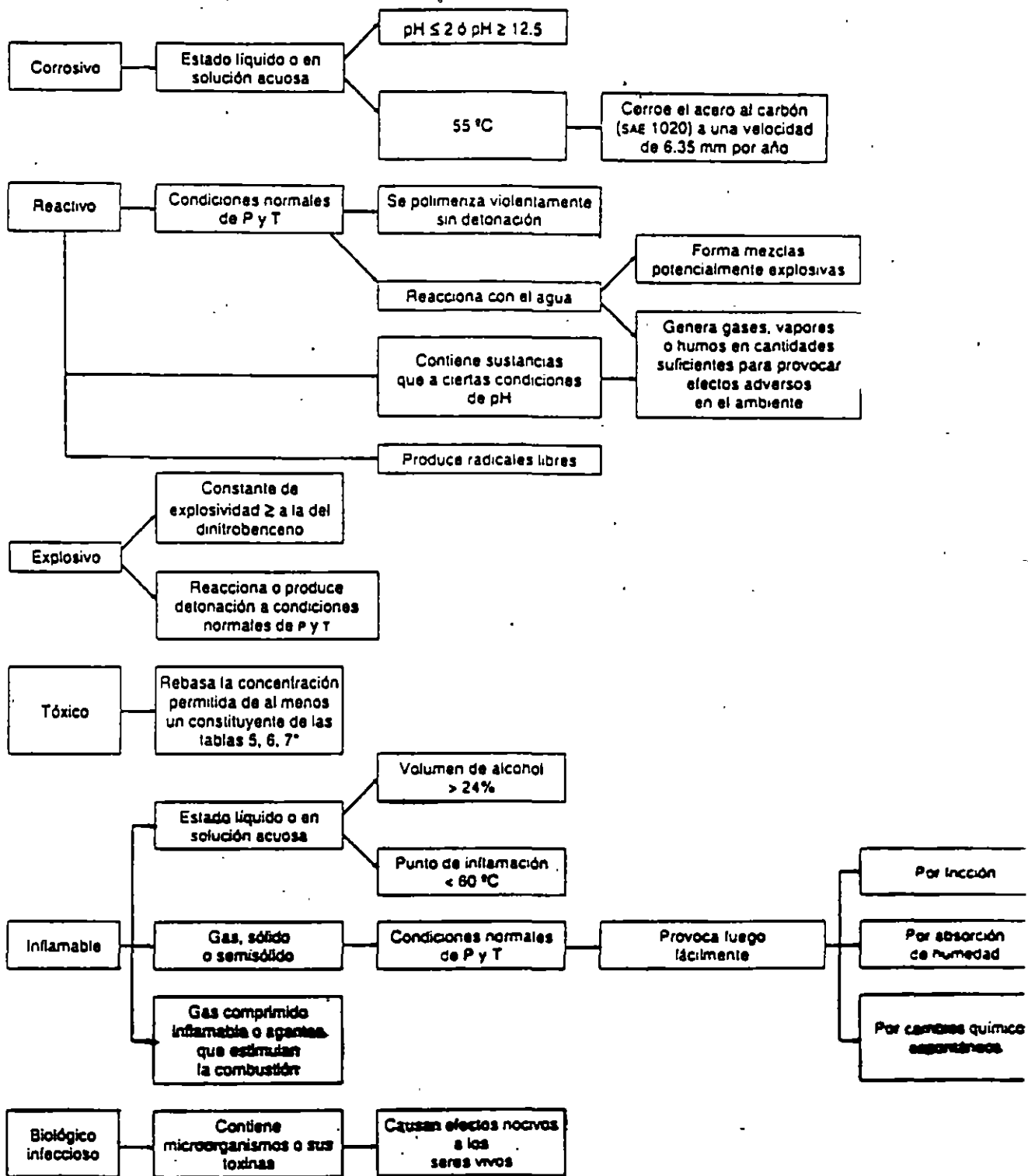
Las características CRETIB del residuo se obtienen al hacer un análisis físico-químico-biológico, conforme al inciso 5.5 de la presente norma.

- 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.

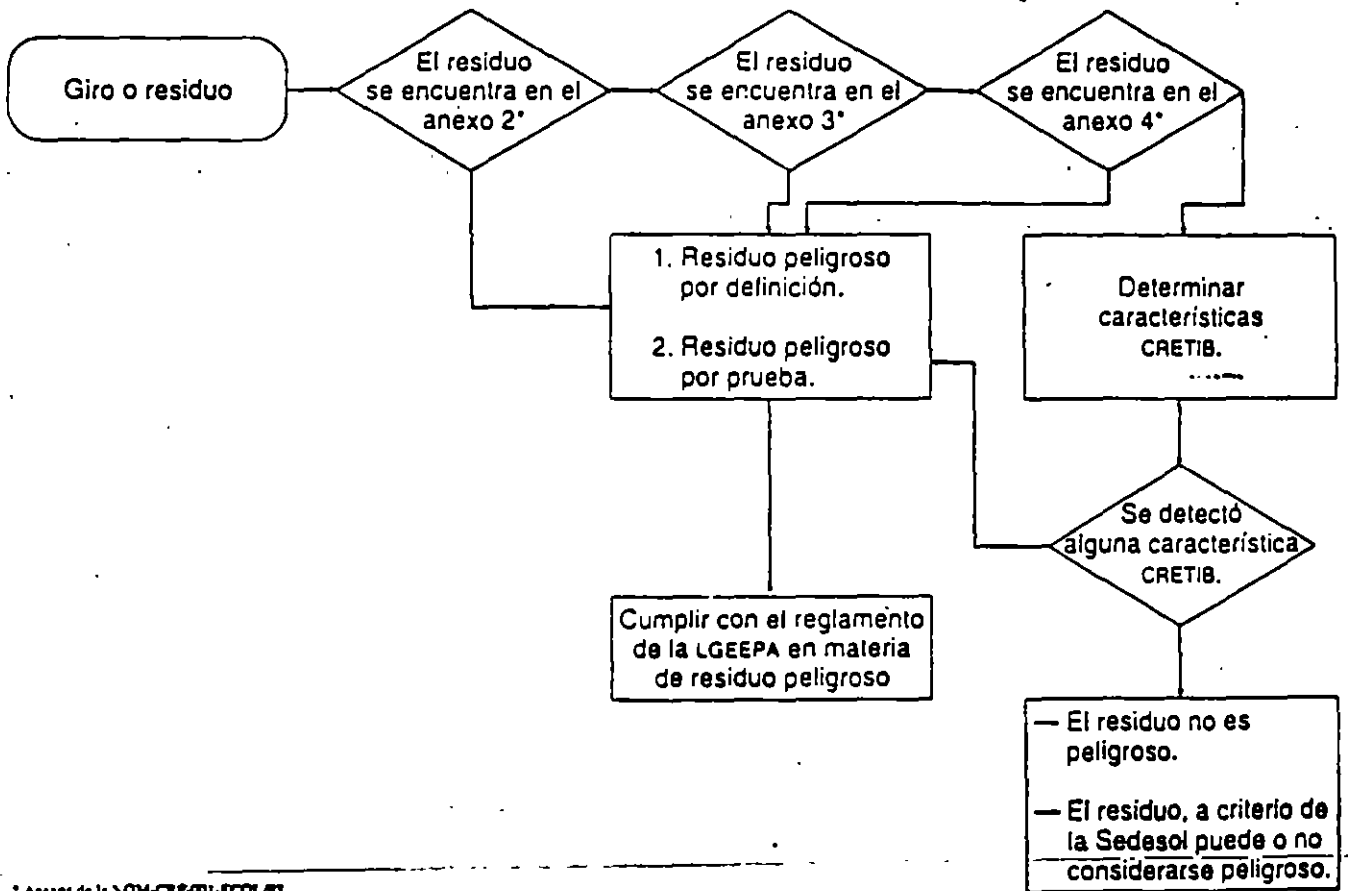
(Los listados a los que se hace referencia aparecen en los Anexos de esta monografía).

Figura 10
Características de los residuos peligrosos según su clave CRETIB



* Anexo 3 de la NOM-CRP-001-ECOL/92.

Figura 11
Método de identificación de residuos peligrosos



* Anexos de la NOM-051-SEMARNAT-2003-03-01

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 peligros 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

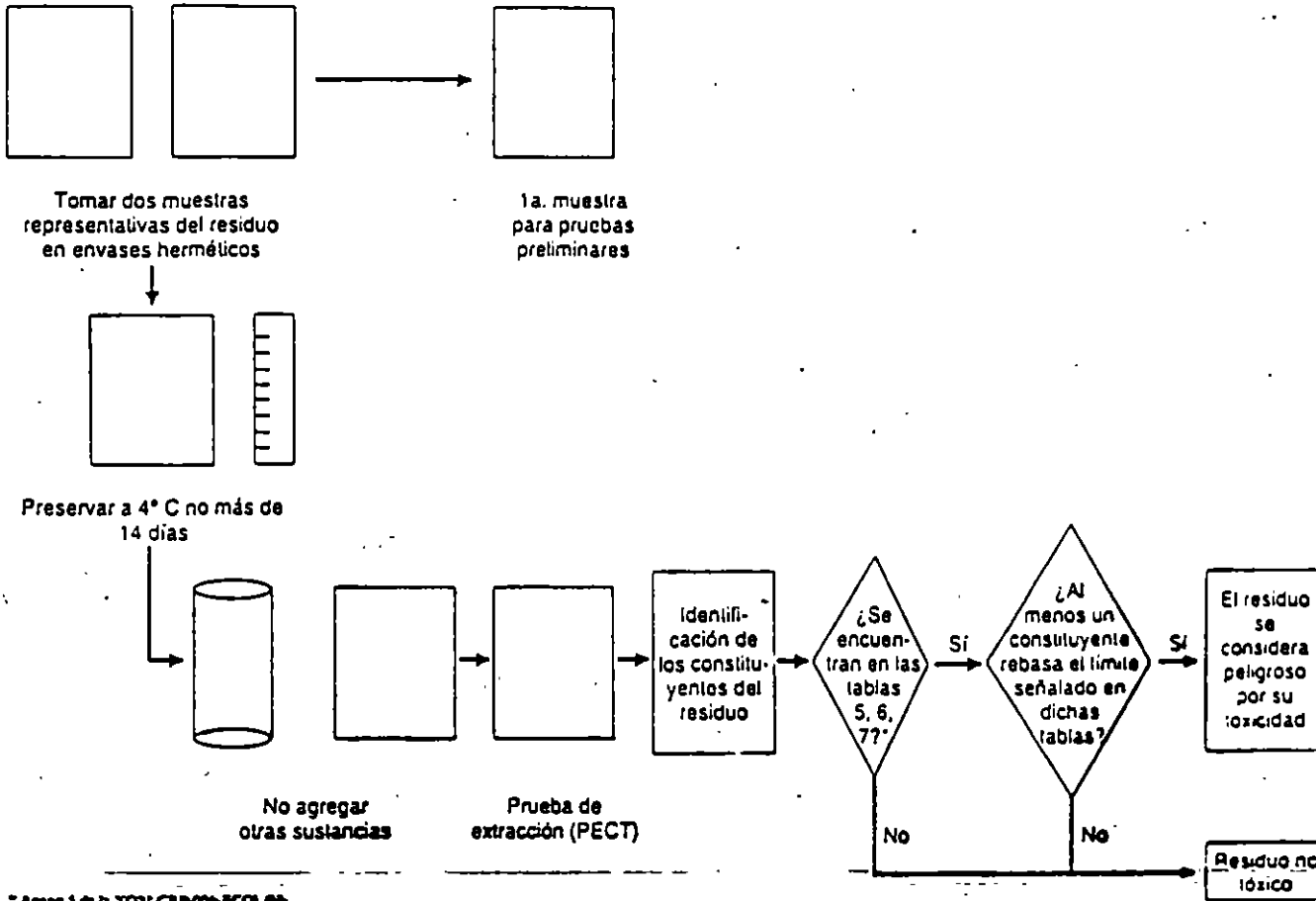
- Las muestras y los extractos deben ser preparados para el análisis en un plazo que no rebase

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



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	Aldehidos					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 Áreas Naturales Protegidas de las zonas consideradas como patrimonio cultural, así como de las áreas donde 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 asísmica, 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 dis-
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 m²; 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 y 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, necesario 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 m² de celda.

- El cárcamo debe poder almacenar los lixiviados y la precipitación pluvial promedio del sitio y se monitoreará adecuada y constantemente.

c) Sistema de Venteo (SV)

- Debe existir un SV por cada 300 m² de celda. El diámetro de los conductos y la altura de los subcolectores de captación de gases estarán predeterminados según la norma.

d) Cubierta (C)

- La cubierta no podrá ser construida con suelos contaminados por residuos peligrosos.

e) Operación

- 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, extra-yéndolos 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 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 estabiliza-

ción 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.

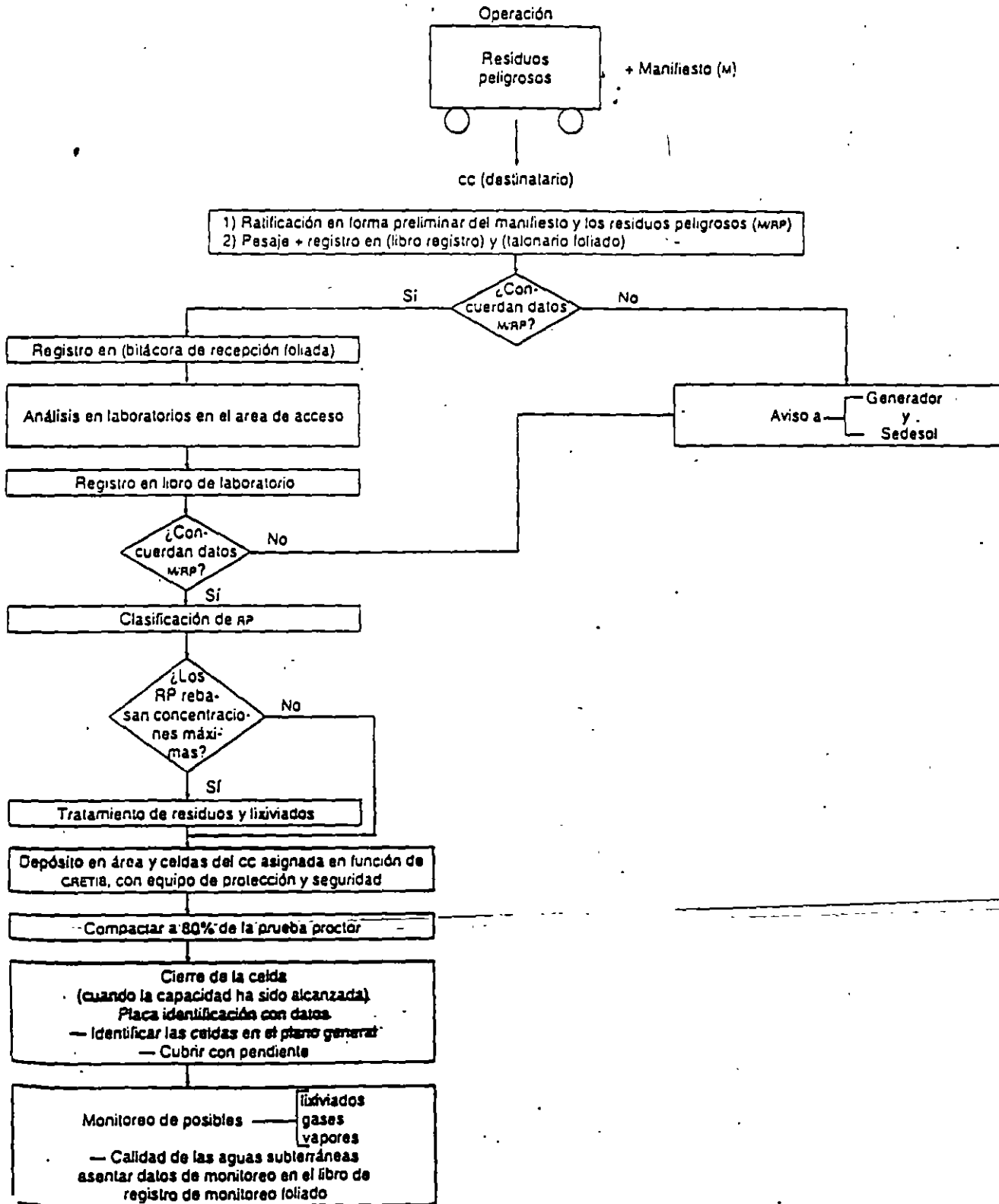
h) **Monitoreo**

- 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 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 (figura 15).

La PFFA, 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 11 (XI-90).

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Sedesol, 1990.

La fundamentación legal de los manifiestos y sus aspectos básicos se refieren a contención; a 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 23 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

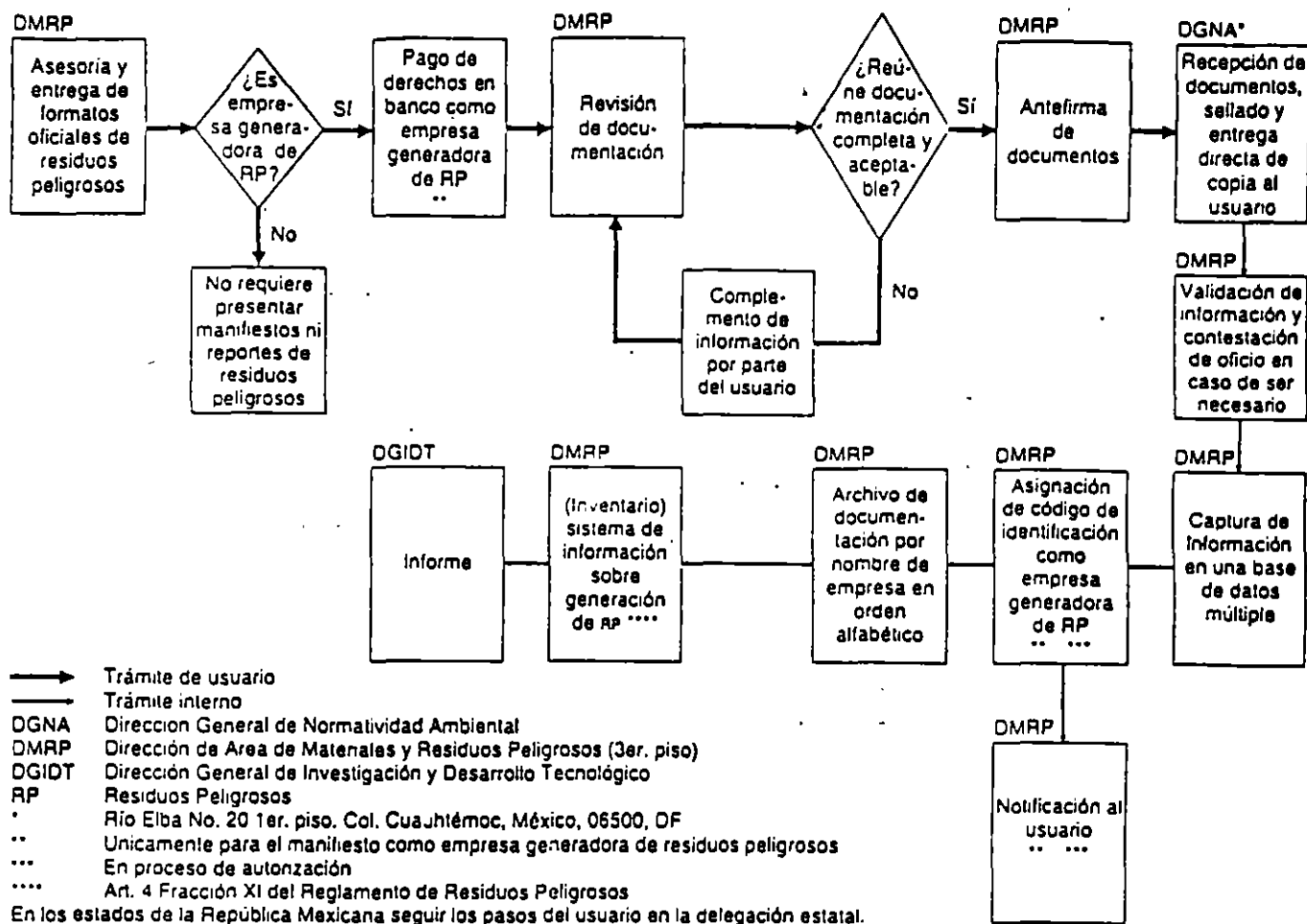
Plazos recomendados para la entrega de los distintos manifiestos y reportes de residuos peligrosos

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 23 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 : 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 23 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 los 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 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.

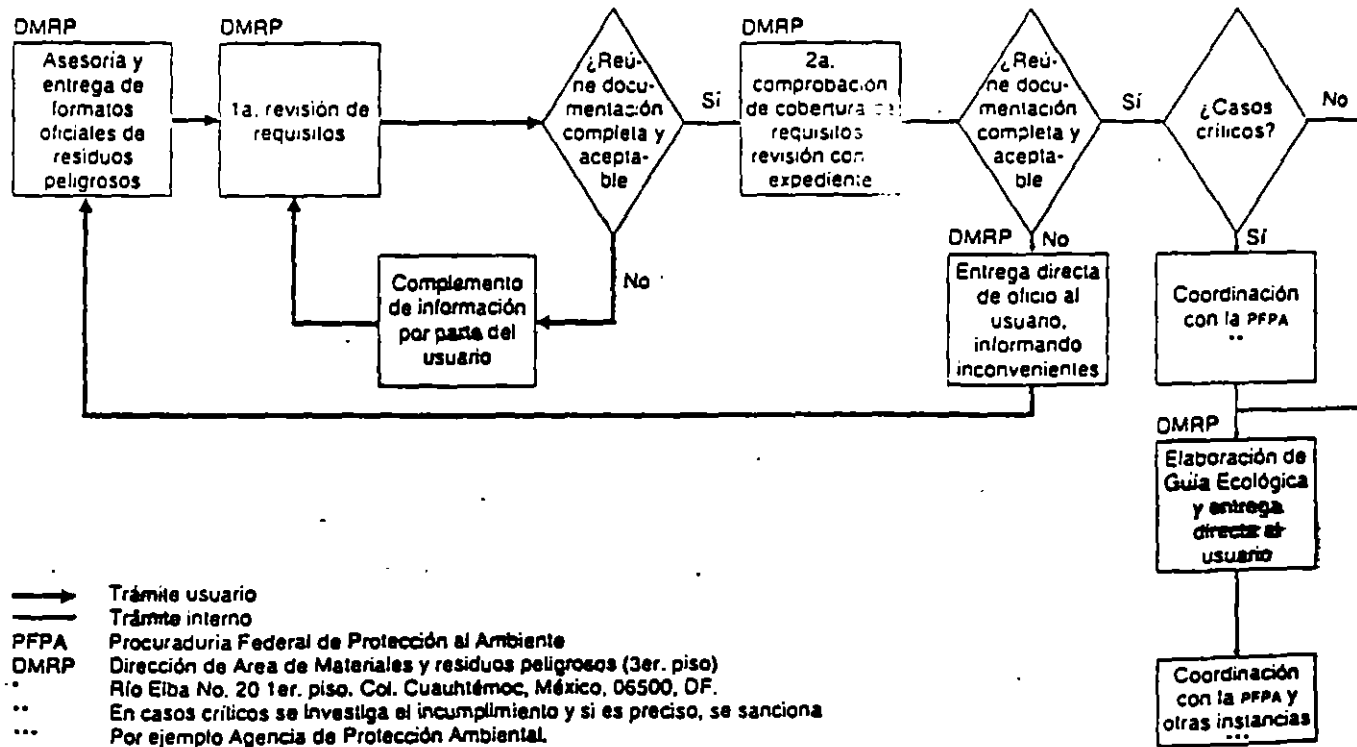
Manifiestos y guías ecológicas de importación-exportación

Las industrias que desean importar o exportar materiales o RP deben apegarse a las condiciones que

establece el reglamento en la materia, para el 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 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.		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 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.
VII	Reciclaje Es el proceso de transformación de los residuos con fines productivos.	Art. 5	Para cada volumen de importación e 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:
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.	I	Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante y de quien pretenda importar o exportar los materiales o residuos.
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.	II	Nombre, denominación o razón social y domicilio del generador de los materiales o RP y del propietario de los mismos.
X	Transporte Es el traslado de los materiales o RP de un lugar a otro.	III	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.
XI	Tratamiento Es el proceso de transformación de los materiales o residuos por medio del cual se cambian sus características.	IV	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.
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.	V	Lista, composición y cantidad detallada de los materiales o RP que se pretenda importar o exportar.
Art. 4	Corresponde a la Sedesol el control y la vigilancia ecológica de los materiales o	VI	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.	
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.	de Artículo 15 fracción II de la Ley de Servicio Postal Mexicano. Art. 8 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.
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. 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
X	Descripción del proceso de generación de los materiales o residuos peligrosos.	Art. 10 No se concederá guía ecológica para la importación de materiales o RP cuyo único objeto sea su disposición final en simple depósito o almacenamiento en territorio nacional o en zonas marinas de jurisdicción nacional.
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. 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 cumplir con lo que se establece en el presente decreto para tramitarse la solicitud para la exportación respectiva.
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. 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. 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 prohibida la importación o exportación de los materiales o RP por vía postal, en los términos	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. 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 retomados 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., Col. Cuauhtémoc, México 06500, D.F.

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.

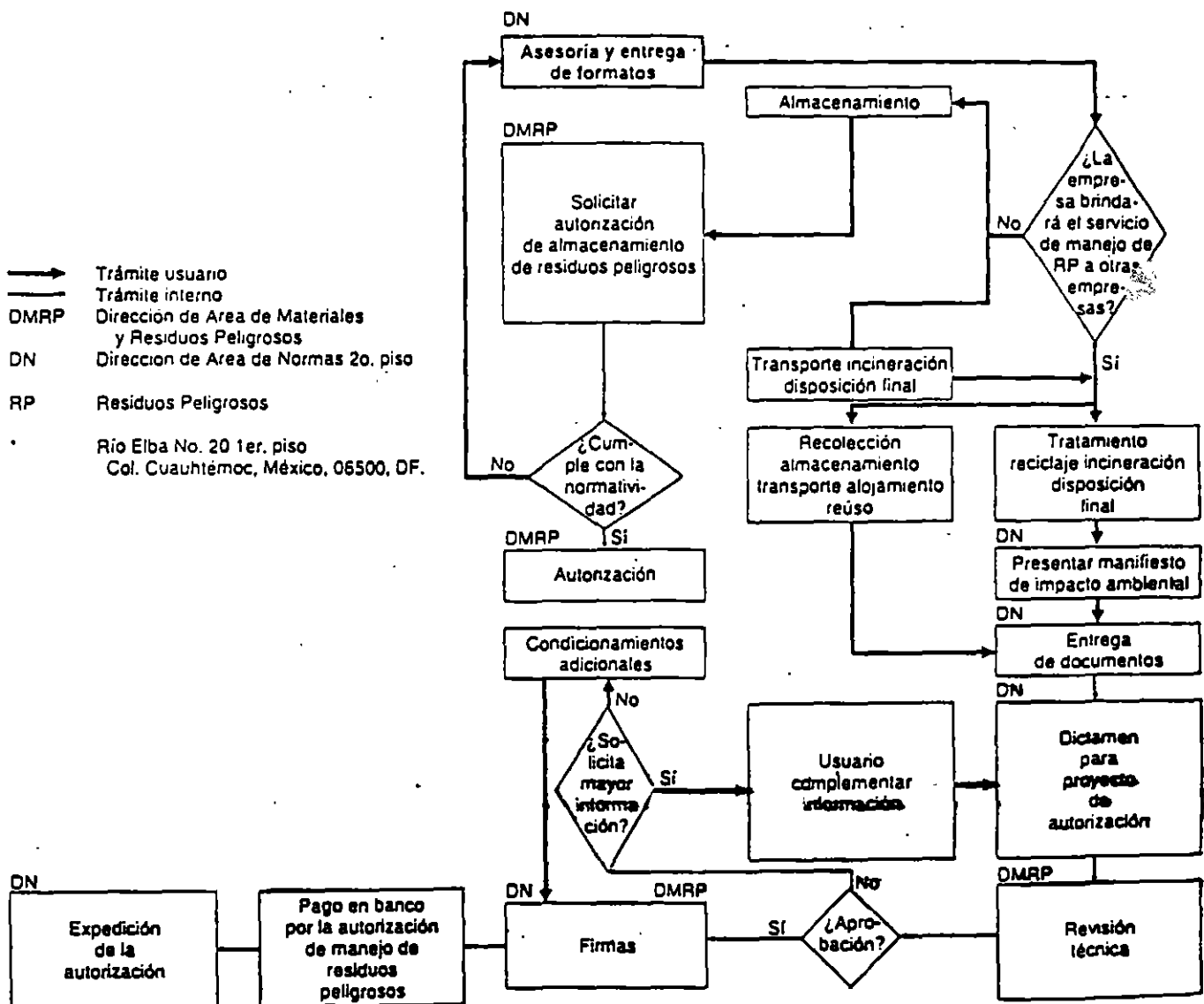
Pago de derechos

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 corresponden 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 "peligroso" 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.

- Art. 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 etique or 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 las Leyes de Vías Generales de Comunicación y de Carreteras, 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 en-

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 po de arrastre ferroviario.

NOM-009-SCT2-1993

Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos de la clase 1 explosivos.

Irídrido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas”.

NOM-CCAT-010-ECOL/1993	“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”.
NOM-CCAT-012-ECOL/1993	“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”.
NOM-CCAT-013-ECOL/1993	“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”.
NOM-CCAT-014-ECOL/1993	“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”.
NOM-CCAT-015-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-001-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-002-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-003-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-004-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-005-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-006-ECOL/1993	“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”.
NOM-CRP-007-ECOL/1993	“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 dióxido 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 Órgano

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 prestan 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 recueven 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 BIOLÓGICO - 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 LÍQUIDOS BIOLÓGICO-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 BIOLÓGICO-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 periodo 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 periodo 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 solo 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 piso 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 ³ para Zonas Críticas	mg/m ³ 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 ⁶	0.5	0.5	"
As.	0.5	0.5	"
Dibenzodioxinas polclorados ; Dibenzofuranos polclorados.	≤0.5 ng/m ³	≤0.5 ng/m ³	Anual

*Corrección a 11% de O₂ 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 ²	Min.
Por gravedad	121	1.20 - 1.27	90
Alto vacío	132	1.99 - 2.25	45
Rotora	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 stearotermophilus*.

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. Brennan, G.R. Darling C. Air Pollution Emissions from the Incineration of Hospital Waste. JAPCA. 36(7), 829-831. 1986. (Allen R.J. Brennan, G.R. Darling C. Emisión de contaminantes al aire por la incineración de residuos hospitalarios. JAPCA. 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 Primatol 6, 264-273. 1977).

12.3. Bigelow, W.D. and Esty, J.R. Thermal 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 Courtney H. Hospital Waste Disposal by Incinerator. JAPCA: 38-10, 1297-1309. 1988. (Brunner, Calvin R., Brown Courtney 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/NHM. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. Atlanta, G.A. 1984. (CDC/NHM. Biosseguridad 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. Morns. 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 Umweltech. Berlin. 1982. (Hartung, Christoph. Residuos infecciosos en hospitales - Disposición económica y segura por esterilización en autoclaves. E. Freitag-Verlag Umweltech. 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. Monreal J., Espeda 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 S. Francisco, Calif. on May 10-12,1989; Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N. C. 1989. (Procedimientos: Taller Nacional en la Incineración de Residuos Hospitalarios y Esterilización

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 Communities. 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 concuerda 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 construidas 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 1×10^{-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 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 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 SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS
SOLIDOS Y PELIGROSOS**

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

TEMA 3: MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

MC. 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

1. ANTECEDENTES

1.1 ¿Cómo nace la contaminación?.....	2
1.2 ¿Cómo se generan los residuos?.....	4

2. UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	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
2.3.3 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
3. OTRAS TECNOLOGÍAS	
3.1. Tratamiento térmicos	
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
3.2. tratamientos físicos y químicos	
3.2.1 extracción química.....	21
3.2.2 tratamiento químico en situ.....	21
3.2.3 lavado del suelo.....	21
3.2.4 reflujos 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
4. DATOS SOBRE LA PIRÓLISIS	
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
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	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 procesos 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 eficacia 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 EEUUA 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 EEUUA 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 intemperismo 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 destinados 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, 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

(auditoria ambiental)¹. 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)². Durante la auditoria 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.

¹ 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)

² 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 toxicidad³.

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:

³ 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.

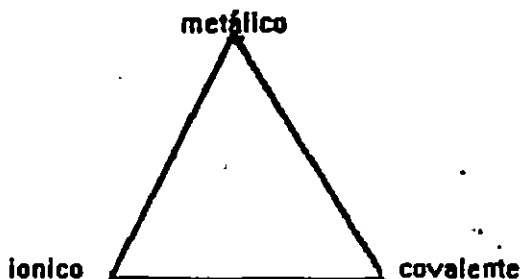


Fig. 1 Triángulo representando los tres modelos de enlace

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*

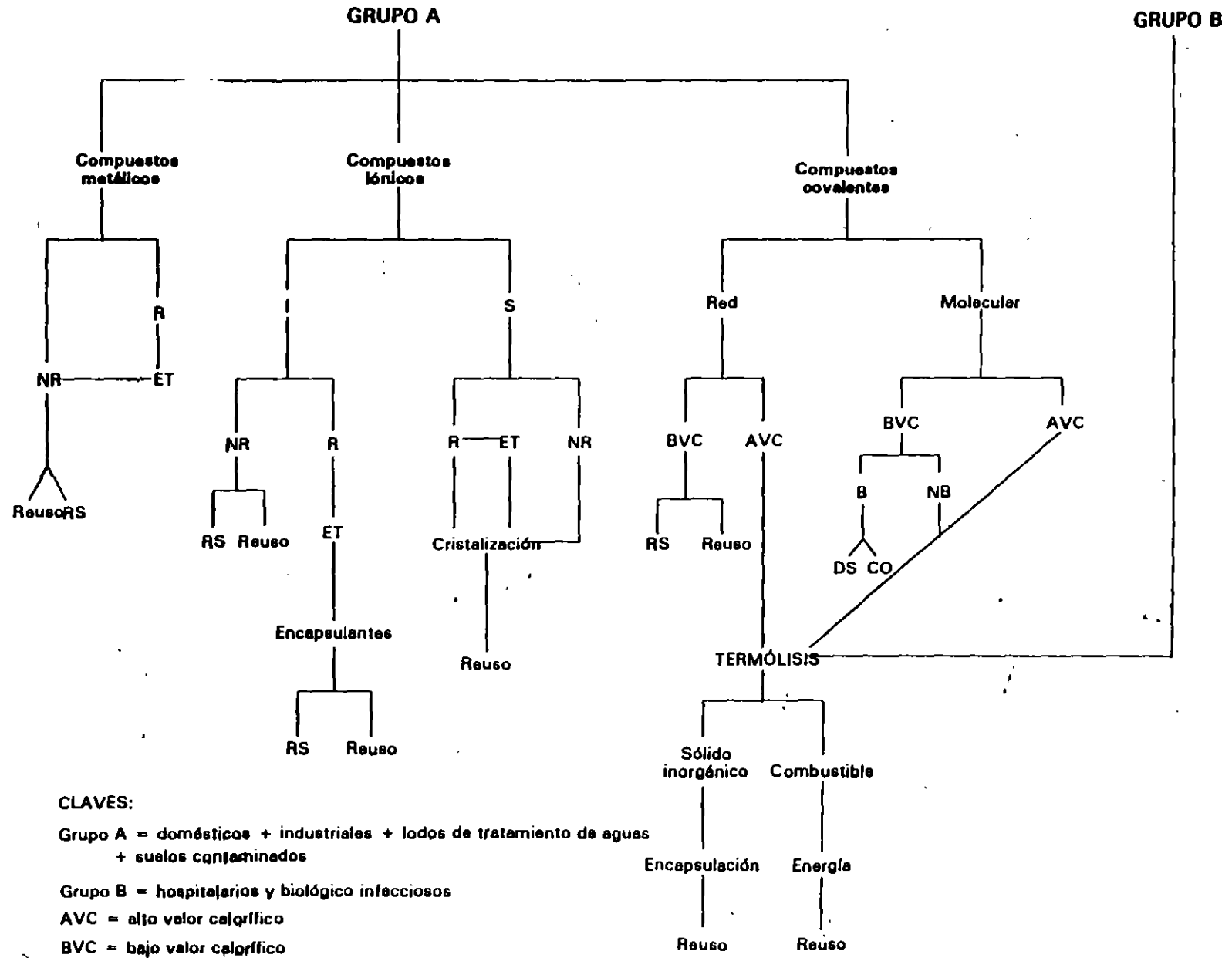


FIGURA 2. Sistemas integrales

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 metabolizadas 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 causar 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 alquilmercuratos 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 aire⁴). 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

⁴ 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.⁵

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 desarrolló hasta nivel de ingeniería básica (Gutiérrez et al. 1989). Existen equipos comerciales para fabricar ladrillos que no requieren temperatura.

⁵ 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, tomando 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 elaboración 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 (ΔG 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 transformo 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 (CO , H_2 y carbón). Durante el proceso los contaminantes elementales se funden junto con la masa vitrea (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 bifenilospoliclorados (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 nutrientes 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 nutrientes 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 reflaja 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 dechlorinación 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 clorobenzenos, 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 varía 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, FeCl₂, Zn y Pb
- residuos con alto contenido de cloro, azufre y/o nitrógeno"

4.2 fundamentos

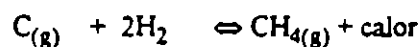
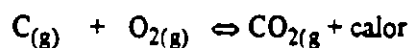
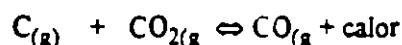
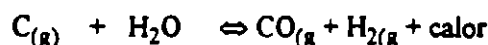
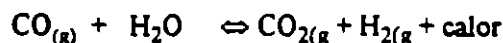
Tanto el estudio como las aplicaciones de la pirólisis se remontan a la década de los años 30, y se refieren a los mecanismos de reacciones de compuestos orgánicos y la producción de combustible (gasolina, aceites, etc.) a partir de productos forestales. En años más recientes, Inove, K. et al. (1973) y Suciu, 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 (O₂ 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:

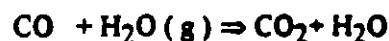


En cuanto a los residuos sólidos del proceso se puede generar carbón en forma de un polvo muy fino y ligero el cual puede ser fácilmente obtenido de materiales cribados que contengan el compuesto original; por ejemplo: plástico. Este residuo sólido tiene como característica que poseen un alto valor calórico, 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 calóricos. 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 está 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.

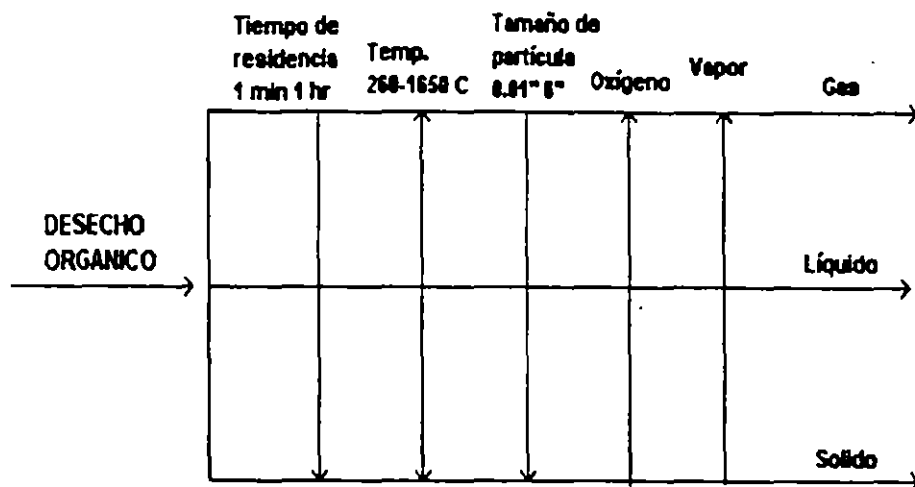
Cuando existe un incremento en la temperatura del proceso el rendimiento del producto se ve afectado de la siguiente manera:

- 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 calórico 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.

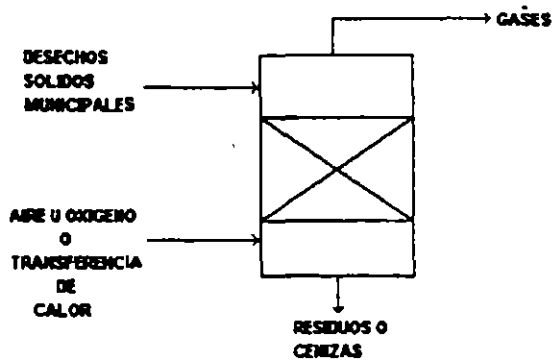
Entre los tipos de reactores que se usan en pirólisis, los más populares son :

- ♦ 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.

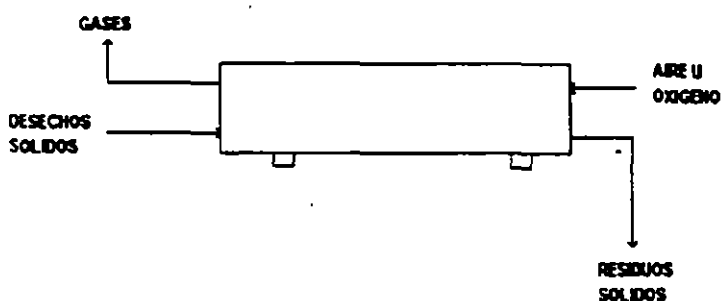
Figura 4



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



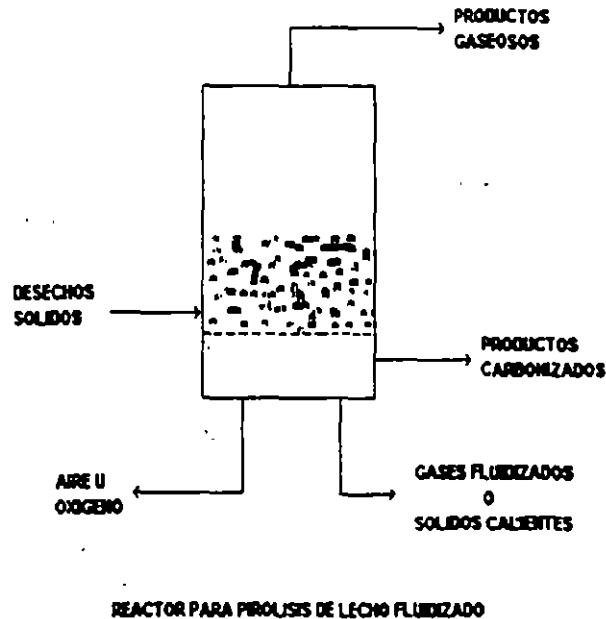
REACTOR PARA PIROLISIS DE HORNO ROTACIONAL

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 pie³ 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 pie³ 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).

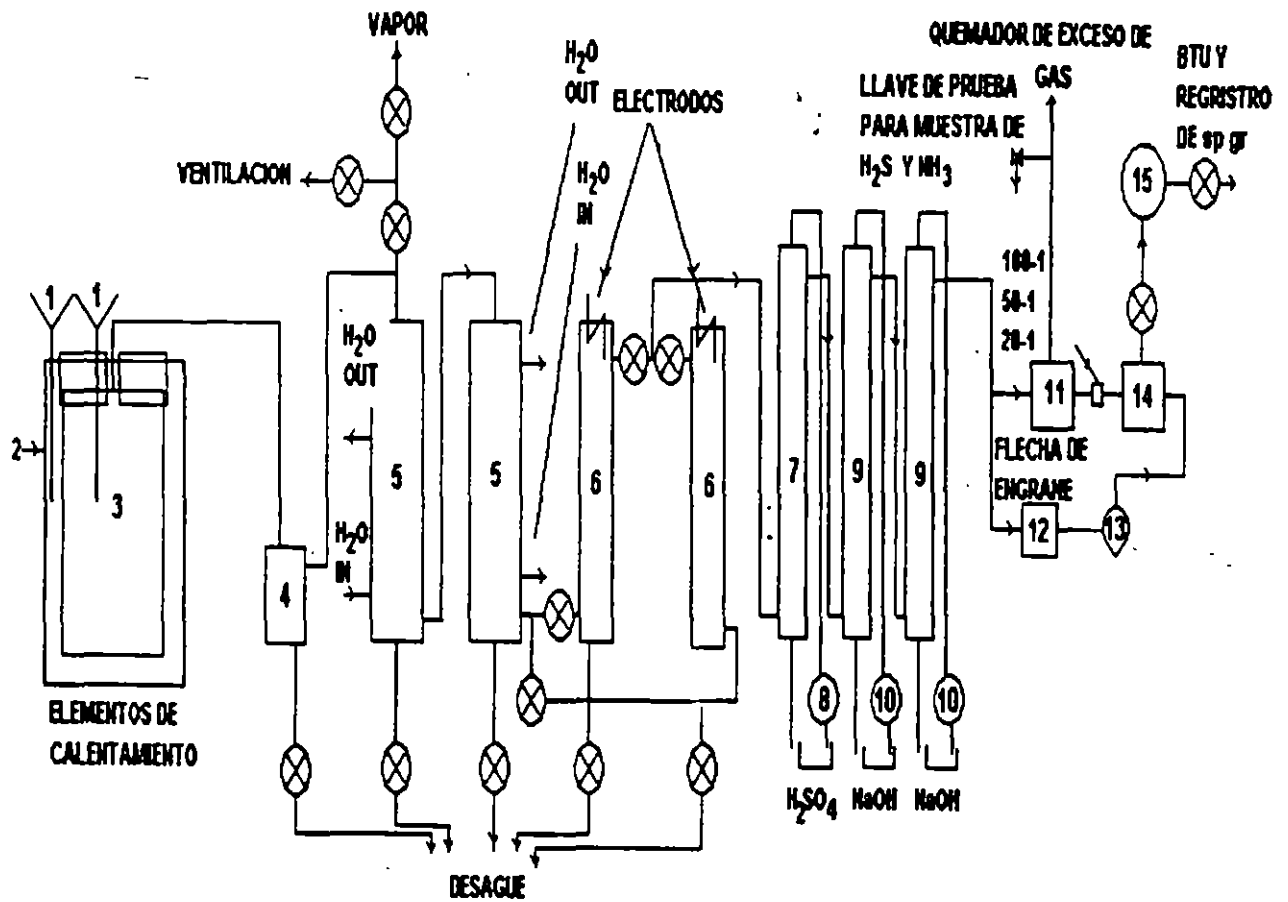
Se ha estudiado el uso de la pirólisis para la degradación y obtención de diversos compuestos. Rodríguez Jiménez et al. (1989) estudiaron la conversión de desechos de lignocelulosa por medio de la pirólisis, para producir combustibles, mediante un proceso de calentamiento ultra rápido en un intervalo 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 sistema 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 | 14) MEDIDOR DE PEQUEÑO CONTENIDO DE HUMEDAD |
| 2) HORNO ELECTRICO | 15) CONTENEDOR DE MUESTRA DE GAS |
| 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 ₂ S | |
| 10) BOMBA CAUSTICA | |
| 11) MEDIDOR DE GRAN CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| 12) TUBO DE SECADO | |
| 13) TUBO DE CONDENSADOR DE ACEITE | |

Figura 7. Diagrama de un pirolizador pionero

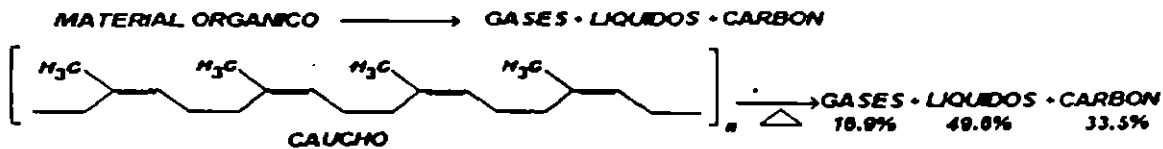
Mingue, et al, (1991) llevaron a cabo un estudio experimental para el tratamiento de desechos radioactivos que contienen plástico y caucho, mediante un proceso de pirólisis, los cuales son quemados perfectamente bajo ciertas condiciones obteniéndose un factor de reducción de volúmenes muy alto y un proceso 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 considerara 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 Verjivandi 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 carcinógenas 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
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de basura 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de energía en forma de vapor de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • La energía obtenida se puede transformar en energía cinética, calórica o eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera gases que son liberados a la atmósfera propiciando una fuente de contaminación • Se requiere de un control muy riguroso de la temperatura • Puede requerir de energía adicional • Los subproductos de la incineración requieren de tratamientos específicos: humos, escorias y cenizas (residuos peligrosos). • La energía calórica producida en los incineradores no puede ser almacenada por largos periodos de tiempo
Incineración por plasma	<ul style="list-style-type: none"> • Desechos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de gas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene un mínimo de residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo muy elevado • Se requiere de un control muy estricto de la temperatura
Composta	<ul style="list-style-type: none"> • Desechos biodegradables no tóxicos ni peligrosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • No es caro 	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene un mercado viable • Es un proceso temporal • Su almacenamiento debe ser por periodos cortos • Disponibilidad de tierra • Requiere de un proceso de destrucción secundaria • Implica gastos de transporte • Propicia focos de contaminación si se procesada o almacenada al aire libre
Relleno Sanitario	<ul style="list-style-type: none"> • Inerte no peligrosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Se cubren superficies no uniformes 	<ul style="list-style-type: none"> • Lugar de disposición final de productos inertes 	<ul style="list-style-type: none"> • Administración compleja y precisa • Ubicación adecuada • Gastos de mantenimiento • Formación de vectores que propician enfermedades • Requiere obra civil y maquinaria pesada
Pirólisis	<ul style="list-style-type: none"> • Basura de alto contenido calórico 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de productos sólidos líquidos y gaseosos no tóxicos • Reduce la basura hasta a un 90 % o más • La energía generada puede ser utilizada para mantener el mismo proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Control riguroso de los parámetros que intervienen en el proceso • Para ciertos residuos peligrosos se requiere incinerar los gases

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-L.(1975)."Pirolisis System and Process". *U.S.Pat.Appn* 645,503 16pp 30 Dec.
- CLARK, R.M. AND TOFHER, 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 Pvrolysis of Solid Wastes" Presented at the 73 rd National Meeting Alche, Minneapolis, Minnesot: ugust, 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. Prelucrării 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**

CURSOS ABIERTOS

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

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

**TEMA 6: GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y
ESPECIALES E INFRAESTRUCTURA PARA SU TRATAMIENTO Y
DISPOSICION EN MEXICO**

ING. SERGIO RIVAPALACIO

RESIDUOS PELIGROSOS

INTRODUCCION

La planta industrial del país, en virtud del desarrollo de sus actividades, conlleva la generación de una amplia gama de residuos, dentro de los cuales dadas sus características de corrosividad, radiactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosos (CRETIB); son consideradas como peligrosos.

En virtud de lo anterior, los residuos peligrosos, en estas condiciones de manejo y disposición final inadecuadas, pueden causar daños considerables a la salud humana, a los ecosistemas y a los recursos naturales.

Por ello, el control y manejo adecuado de los residuos peligrosos, debe realizarse de manera congruente entre la política ambiental y la industrial, con la finalidad de determinar estrategias de atención que fomenten tanto acciones de minimización en la generación de residuos peligrosos, de reuso y reciclaje, como la promoción para la creación de la infraestructura para el tratamiento, transporte y disposición final de una manera ambientalmente segura.

PIB Y GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS, 1994

ESTADO	PIB (MILES DE PESOS)	GENERACION R.P. (TON/AÑO)
AGUASCALIENTES	1'978,495	60,812
B.C.N.	4'497,253	138,231
B.C.S.	328,895	10,109
CAMPECHE	371,185	11,388
COAHUILA	9'617,934	295,624
COLIMA	342,764	10,535
CHIAPAS	1'838,324	56,399
CHIHUAHUA	8'537,400	202,475
DISTRITO FEDERAL	53'125,978	1'786,219
DURANGO	3'152,573	96,900
ESTADO DE MEXICO	45'801,365	1'407,770
GUANAJUATO	7'093,837	244,568
GUERRERO	588,709	27,265
HIDALGO	4'598,109	141,331
JALISCO	17'553,145	542,598
MICHOACAN	3'499,079	107,550
MORELOS	3'552,233	112,253
NAYARIT	1'233,579	42,500
NUEVO LEON	28'027,454	759,252
OAXACA	1'020	74,644
PUEBLA	1'722	235,036
QUERETARO	1'303	170,644
QUINTANA ROO	335,477	10,002
SAN LUIS POTOSI	5'255,784	161,545
SINALOA	2'247,401	69,073
SONORA	4'291,739	131,609
TABASCO	1'453,374	44,841
TAMAULIPAS	4'58,732	131,007
TLAXCALA	1'182,435	57,253
VERACRUZ	13'113,229	403,059
YUCATAN	2'051,213	72,100
ZACATECAS	1'507,5	14,015

GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR REGIONES 1994

REGION	PIB 1994 INDUSTRIA MANUFACTURERA (MILES DE PESOS)	PORCENTAJE DE PARTICIPACION NACIONAL	GENERACION (TON/AÑO)	GENERACION (TON/DIA)
FRANJA FRONTERIZA	1'954,235	0.78	60,060	164.55
NORTE	62'836,186	25.08	1'931,377	5,291.44
CENTRO	100'567,965	40.14	3'091,120	8,468.82
MEXICO, D.F.	58'125,978	23.20	1'786,218	4,893.75
GOLFO	18'840,834	7.52	579,107	1,586.59
SURESTE	8'217,811	3.28	252,118	690.73
TOTALES	250'543,009*	100.00	7'700,000**	21,095.89

Sevilla de Cuentas Nacionales de Mexico, INEGI, 1994

Informe de la Situación General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994 - SEDESOL.

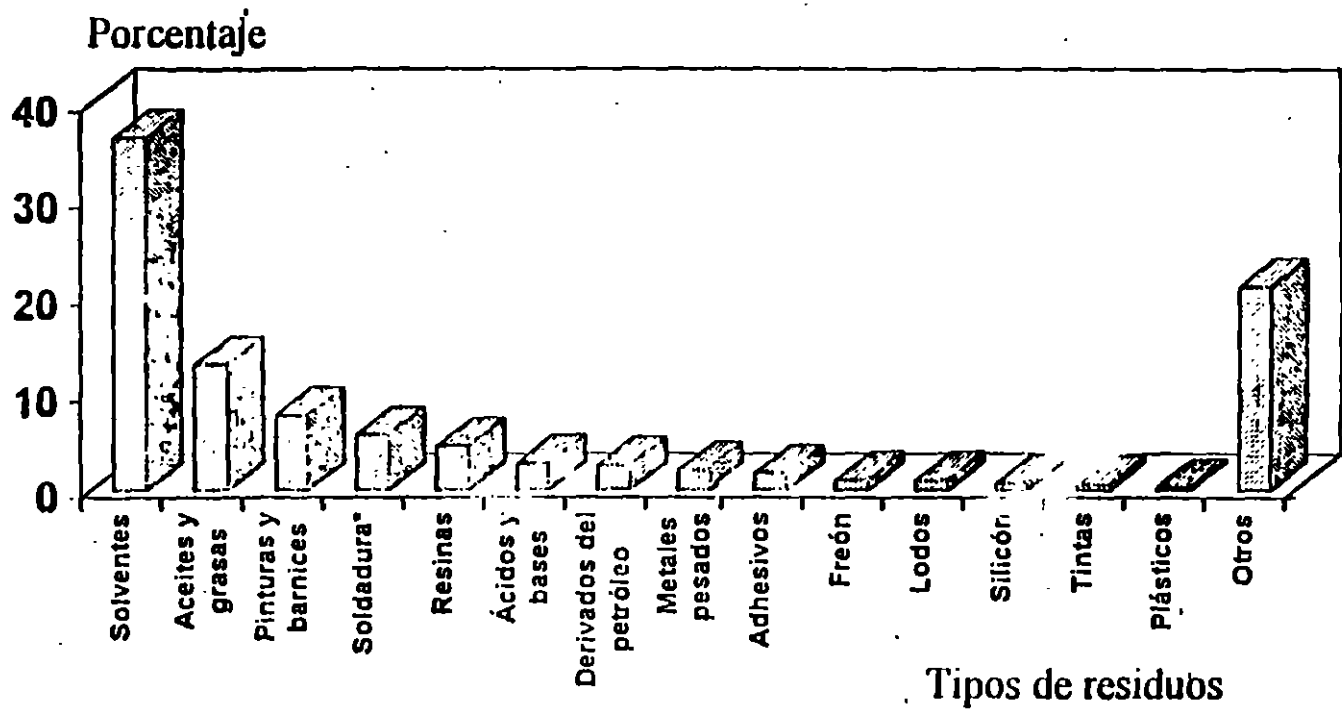
Fig. 251 - Inventario de Residuos Peligrosos. Se estima que en 1994 se generaron a nivel nacional 7.7 millones de toneladas de Residuos Peligrosos.

Para la estimación de la Generación de Residuos Peligrosos por región, se tomó en consideración la información reportada en el Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente a través del Producto Interno Bruto (PIB), para 1994 de la Industria Manufacturera (Principal Generadora de Residuos Peligrosos).

Los estados comprendidos en las regiones citadas son:

- FRONTERIZA: Principales ciudades ubicadas en la franja en los Estados Unidos de América.
- NORTE: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo Leon, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes, Colima y Jalisco.
- CENTRO: Guanajuato, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Estado de México, Tlaxcala e Hidalgo.
- GOLFO: Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.
- SURESTE: Campeche, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo.
- MEXICO: Estado Federal.

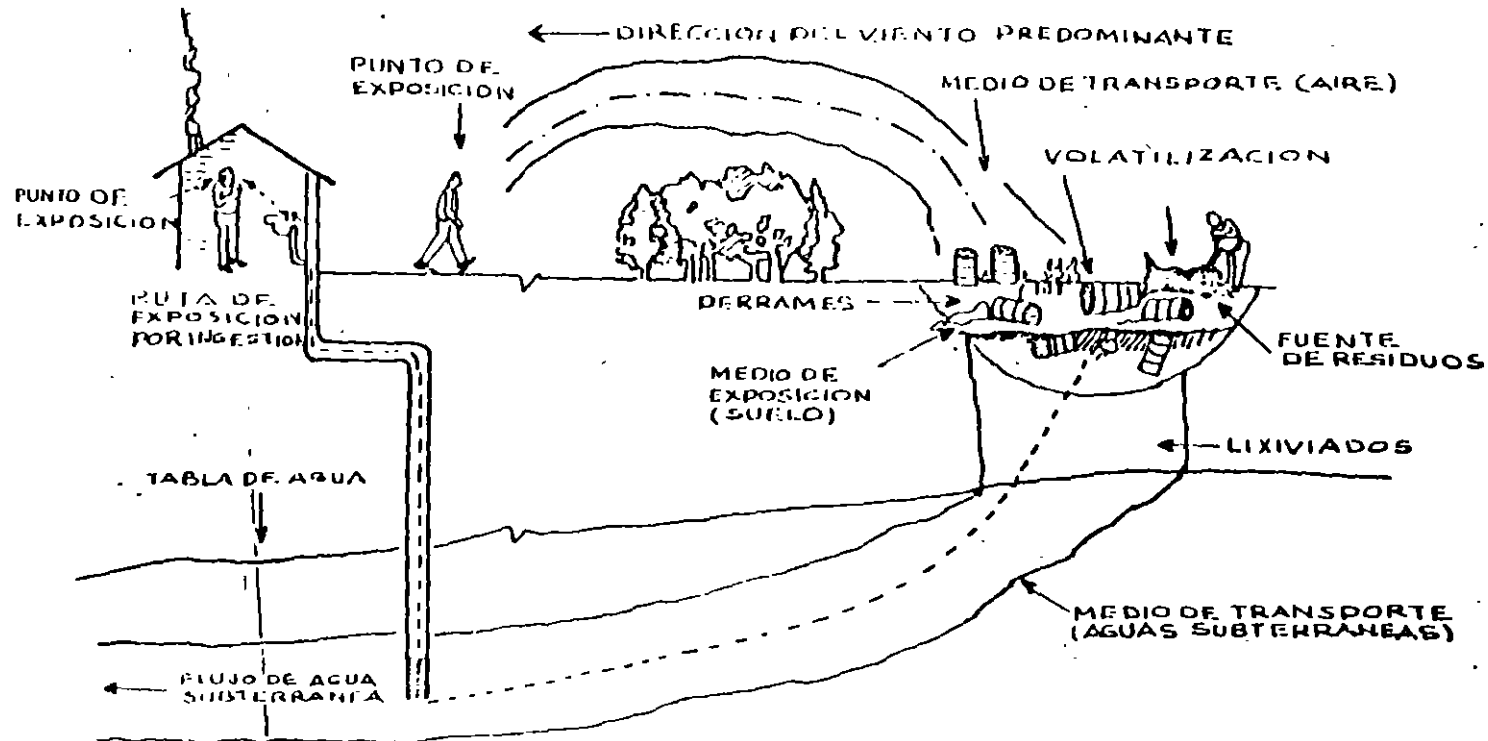
Residuos peligrosos que se generan con mayor frecuencia



*Soldadura de plomo - estaño

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1994

Impacto Ambiental por el mal Manejo de Residuos Peligrosos



FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURIDICO.

⇒ **El Gobierno con la sociedad han generado instrumentos de solución jurídico ambientales, como :**

- ◇ **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); en vigor desde marzo de 1988.**
- ◇ **Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos.**
- ◇ **Normas Oficiales Mexicanas.**

FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURIDICO

⇒ Normas Oficiales Mexicanas:

- ◇ NOM-052-ECOL-1993. Características de los residuos peligrosos
- ◇ NOM-053-ECOL-1993. Const. que hacen a un residuo peligroso
- ◇ NOM-054-ECOL-1993. Incompatibilidad entre residuos peligrosos
- ◇ NOM-055-ECOL-1993. Requisitos de los sitios para confinamiento
- ◇ NOM-056-ECOL-1993. Requisitos para diseño y construcción conf.
- ◇ NOM-057-ECOL-1993. Requisitos para diseño, const. y op. de celdas
- ◇ NOM-058-ECOL-1993. Requisitos para la operación de un conf.

FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURIDICO

⇒ Normas en proceso, Reglamentos, etc:

- ◆ Norma para la disposición final de envases y recipientes que contuvieron residuos peligrosos
- ◆ Norma general para el manejo de residuos peligrosos
- ◆ Integración de normas de seguridad y operación de riesgo ambiental, en grupos de familia química de los materiales peligrosos a regular
- ◆ Reglamento para el manejo de sustancias químicas peligrosas
- ◆ Manual de técnicas de muestreo para el análisis de residuos peligrosos

INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

CONTROL ACTUAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

EN 1995 EXISTÍAN EN MÉXICO 140 EMPRESAS AUTORIZADAS PARA SU MANEJO:

- 13 INSTALACIONES DE ACOPIO (INCLUYE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE)
- 46 EMPRESAS TRANSPORTISTAS
- 4 INSTALACIONES ACONDICIONADORAS DE TAMBORES
- 33 RECICLADORAS DE SOLVENTES SUCIOS, LUBRICANTES USADOS Y DE METAL
- 3 INSTALACIONES QUE PREPARAN COMBUSTIBLE ALTERNO
- 3 RECICLADORAS ENERGÉTICAS DE COMBUSTIBLE ALTERNO
- 2 INSTALACIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO (DE USO PARTICULAR)
- 6 EMPRESAS PARA LA RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y EXPORTACIÓN DE BPC'S

- 1 EMPRESA PARA RECOLECTAR, TRANSPORTAR Y EXPORTAR ESCORIAS TERMOELECTRICAS
- 4 CONFINAMIENTOS CONTROLADOS (1 ES PARTICULAR)
- 2 TRATAMIENTO DE ACEITES CONTAMINADOS CON BPC'S
- 21 EMPRESAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS "IN SITU"
- 2 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS
- 0 CENTROS INTEGRALES PARA EL RECICLAJE, TRATAMIENTO Y CONFINAMIENTO

PROYECTOS ESTRATEGICOS PARA LA GESTION EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Con la finalidad de promover el manejo adecuado de los residuos peligrosos en el marco del desarrollo sustentable y la legislación vigente en la materia; se han estado promocionando ocho proyectos estratégicos en áreas prioritarias; siendo éstos los siguientes :

1. Manejo integral para la eliminación de los Bifenilos Policlorados.
2. Infraestructura para el manejo de residuos Hospitalarios y Biológico-Infeciosos
3. Promoción de la Infraestructura para la creación de centros integrales, para el manejo de residuos peligros en la zona centro de la República Mexicana.
4. Remediación de sitios contaminados con residuos peligrosos.
5. Reciclaje energético de los combustibles alternos.
6. Infraestructura para el reuso y reciclaje de aceites usados.
7. Equipos móviles para el tratamiento de residuos peligrosos.
- 8 Fortalecimiento del reciclamiento de residuos con contenidos metálicos.

MANEJO INTEGRAL PARA LA ELIMINACION DE LOS BPC's

OBJETIVO ⇒ Eliminación de los BPC's para el año 2000

ACCIONES ⇒

- * Identificación de empresas poseedoras
 - En almacenamiento,
 - En operación
- * Elaboración de inventarios
- * Identificación de tecnologías para su eliminación
- * Promoción de la exportación para su incineración
- * Disposición de carcazas y equipos que contuvieron BPC's en confinamientos controlados
- * Evaluación de tecnologías para el tratamiento de BPC's en diferentes concentraciones
- * Evaluación de tecnologías para el tratamiento de quipos con BPC's en operación

PROMOCION DE INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS.

OBJETIVO ⇒ Consolidar la infraestructura para el manejo regional de los residuos peligrosos biológico-infecciosos en las principales entidades federativas del país.

ACCIONES ⇒

- * Promoción de la creación de infraestructura para el manejo regional de residuos biológico-infecciosos.
- Procesos Térmicos
- Esterilización
- Químicos
- Micro-ondas
- Pirólisis

* Regularización de la infraestructura instalada, en términos de la legislación vigente en la materia.

- * Agilización de la gestión gubernamental para la autorización de la infraestructura; en los términos que marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos y la NOM-087-ECOL-1995.
- * Promoción de la inversión, de los sectores para la creación de la infraestructura para el manejo de los residuos biológico-infecciosos, en las regiones de mayor demanda de servicios.
- * Promover el cumplimiento de la normatividad a los sectores involucrados (Centros de Atención Médica Públicos y Privados).

**PROMOCION DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA CREACION DE CENTROS INTEGRALES
PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LA ZONA CENTRO DE LA REPUBLICA
MEXICANA.**

OBJETIVO



Resolver la problemática que se genera por el mal manejo y disposición inadecuada de los residuos peligrosos.

Promover la infraestructura para la creación de centros integrales para el manejo de residuos peligrosos.

ACCIONES



- * Fortalecimiento del marco jurídico.
- * Definición de herramientas metodológicas de planeación y toma de decisiones.
- * Estrategias de instrumentación..
- * Promoción para el desarrollo de la infraestructura de los centros integrales para el manejo de los residuos peligrosos.

REMEDIACION DE SITIOS CONTAMINADOS POR RESIDUOS PELIGROSOS

- OBJETIVO** ⇒ Definir las políticas y estrategias, para la gestión en la remediación de sitios.
- ⇒ Determinar las técnicas y metodologías más adecuadas, para la remediación de sitios en función de la problemática específica.
- ⇒ Elaborar la normatividad aplicable en la materia.

- ACCIONES** ⇒
- * Identificación de sitios contaminados con residuos peligrosos:
 - * Identificación de tecnologías para el tratamiento:
 - ⇒ tratamiento fisico-químico.
 - ⇒ tratamientos biológicos (bio-remediación).
 - ⇒ tratamientos térmicos.
 - * Evaluación de tecnologías para la remediación de sitios de acuerdo a la problemática presente.
 - * Elaboración de la normatividad aplicable en la materia.
 - * Promoción para el desarrollo de la infraestructura, para la remediación de sitios.

RECICLAJE ENERGETICO DE COMBUSTIBLES ALTERNOS EN HORNOS DE CEMENTO

OBJETIVO



Dar un manejo adecuado a los residuos peligrosos que tienen valor energético, aprovechando las características de los hornos cementeros instalados en el País.

Desarrollar un programa que permita el reciclaje energético ambientalmente seguro, de los residuos peligrosos como combustible alternativo en hornos de cemento y residuos industriales susceptibles de ser utilizados en el proceso de fabricación de cemento.

ACCIONES



- * Identificación de las empresas cementeras susceptibles de llevar a cabo el reciclaje energético.
- * Elaboración de Protocolos de Prueba de Quemado, de acuerdo a la normatividad existente.
- * Ejecución de las pruebas y reporte de resultados; y determinación de permisos temporales.
- * Elaboración de las manifestaciones de Impacto Ambiental y estudio de riesgo correspondiente.
- * Gestión de la autorización definitiva, para el manejo de residuos peligrosos.

INFRAESTRUCTURA PARA EL REUSO Y RECICLAJE DE ACEITES USADOS.

OBJETIVO



Resolver la problemática que se genera por el mal manejo y disposición inadecuada de los aceites usados.

Promover la infraestructura para el uso y reciclaje de los aceites gastados.

ACCIONES



* Identificación y jerarquización a nivel regional de los generadores de aceites usados (micro, medianos y grandes).

* Identificación de tecnologías adecuadas, para el reuso y reciclaje de aceites usados:

⇒ plantas fijas

⇒ plantas móviles

* Promoción para la creación de infraestructura, para el reuso y reciclaje de aceites usados.

EQUIPOS MOVILES PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO



Definir las políticas y estrategias en el empleo de equipos móviles, para el tratamiento de residuos peligrosos

Determinar el alcance y campo de aplicación de los equipos móviles.

ACCIONES



- * Identificación y jerarquización de los tratamientos para el manejo de residuos peligrosos, a través de equipos móviles.
 - ⇒ Tratamientos fisico-químicos.
 - ⇒ Tratamientos biológicos.
 - ⇒ Tratamientos térmicos.
 - ⇒ Otros.
- * Determinación de límites y alcances de los equipos móviles, de acuerdo a las características de los residuos a tratar.
- * Determinación del procedimiento de autorización para la operación de los equipos móviles de conformidad a las disposiciones de los reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental y Residuos Peligrosos.
- * Promoción para el desarrollo de la infraestructura.

FORTALECIMIENTO DEL RECICLAMIENTO DE RESIDUOS CON CONTENIDOS METALICOS.

OBJETIVOS



- Evitar la inadecuada disposición de residuos con contenido de metales
- Aprovechamiento de estos materiales como materia prima

ACCIONES



- * Identificación de residuos metálicos con valor comercial (Zinc, Plomo, Estaño, Cadmio y Niquel)
- * Identificación de generadores de estos residuos
- * Determinación de su ciclo de vida
- * Identificación de mercados
- * Identificación y promoción de tecnologías para su recuperación
- * Promoción para el desarrollo de infraestructura

**ACCIONES RELEVANTES PARA LA GESTION DEL MANEJO
DE RESIDUOS
1995**

SISTEMA DE INFORMACION DE LOS MANIFIESTOS DE EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒

Analizar la situación de los manifiestos de empresas generadoras de residuos peligrosos, entregados al Instituto Nacional de Ecología y realizar recomendaciones para la mejor opción en el manejo de la información contenida en dichos manifiestos.

Desarrollar un sistema de informática, para el manejo automatizado de los manifiestos de empresas generadoras de residuos peligrosos.

Integración de un Banco de Datos, mediante la captura de aproximadamente 12000 manifiestos, para contar con un padrón confiable de las empresas generadoras de residuos peligrosos.

ACCIONES >

- * Análisis, evaluación y desarrollo de un sistema de información donde se pueda registrar la información contenida, en los manifiestos de empresas generadoras de residuos peligrosos.

- * Elaboración de reportes con la información contenida en la Base de Datos, aunado también a la posibilidad de filtrar la información por alguna condicionante que ayudara a seleccionar con mucho detalle los datos requeridos o de mayor importancia

ACCIONES



- * El control y seguimiento de esta información, permitirá determinar algunos indicadores importantes como pueden ser: la generación en peso de residuos peligrosos, el número de empresas generadoras de residuos peligrosos, etc.
- * Los informes tienen la posibilidad de ser impresos o consultados en la pantalla de la computadora, según sean las necesidades del solicitante, sin tener que recurrir a procedimientos complicados en el manejo del sistema.
- * El sistema cuenta con los niveles de seguridad adecuados, para que cuando sea registrada la información se logren evitar al máximo los errores de captura.
- * El sistema también cuenta con un módulo de utilerías, con la finalidad de tener la posibilidad de definir el tipo de monitor, impresora, drive y respaldo de información, para que pueda ser instalado de acuerdo a las características de la computadora donde se pretenda utilizarlo.
- * Se capturaron aproximadamente 12,500 manifiestos, de empresas de toda la República Mexicana.

LINEAMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS.

OBJETIVO ⇒ Contar con lineamientos y recomendaciones para el manejo de residuos generados en los establecimientos de salud; así como la determinación de los parámetros óptimos de operación de los métodos de tratamiento y los procedimientos para la evaluación de su eficiencia.

ALCANCES ⇒

- * Antecedentes.
- * Recopilación, análisis, sistematización, evaluación y conclusión de la información internacional y nacional de residuos peligrosos biológico-infecciosos.
- * Obtención de generación en los 3 niveles de hospitales en las zonas fronterizas del país.
- * Elaboración de lineamientos y recomendaciones para el manejo interno y externo de residuos hospitalarios.
- * Tecnologías aplicadas en el tratamiento de los residuos biológico-infecciosos.
- * Métodos de evaluación.
- * Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Ley General de Salud.

ATLAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA REGIONALIZACION DE ZONAS DE INFRAESTRUCTURA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒ Contar con un Atlas de Información Geográfica que aporte información que facilite la toma de decisiones relacionadas con la ubicación y autorización de proyectos industriales, aportar información pública destinada a promover el desarrollo oportuno de los mercados para el manejo de residuos peligrosos, obtener un diagnóstico más oportuno y efectivo de las manifestaciones de impacto ambiental, para un Estado Fronterizo.

13

ALCANCES ⇒

- * Desarrollar criterios de regionalización que considere cuando menos las siguientes categorías: Ecología, Geología, Sismología, Edafología, Climatología, Meteorología, Hidrología, Asentamientos Humanos, Aspectos Políticos y Sociales y Tendencias del Desarrollo Urbano.
- * Una descripción de los criterios de regionalización y la definición de los parámetros de evaluación, por cada una de las categorías ambientales enlistadas.

**IONES RELEVANTES PARA LA GESTION DEL MANEJO
DE RESIDUOS
1996**

APLICACION DEL MODELO HELP A LAS CONDICIONES DE MEXICO, ELABORANDO UNA BASE DE DATOS CLIMATOLOGICOS Y DE PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL SUELO.

OBJETIVO ⇒ Generar una base de datos climatológicos y de propiedades de suelos para aplicar el modelo Help, a las condiciones de México.

- * Recopilar datos climatológicos e integrarlos en una base de datos.
- * Generar parámetros sintéticos climatológicos.

ALCANCES ⇒

- * Determinar parámetros de los materiales que se utilizan como cubierta en sitios de Disposición Final en México.
- * Aplicar el modelo Help en 3 sitios de Disposición final de Desechos Sólidos utilizando la base de datos generada.

MANUAL PARA EL DISEÑO DE CONFINAMIENTO PARA LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒ Elaboración de un manual complementario para la aplicación de la normatividad vigente, el cual servirá de guía para la elaboración de proyectos ejecutivos de confinamientos de residuos peligrosos.

* Revisión de manuales a nivel Internacional sobre este tema.

* Requisitos que deben reunir los sitios.

- * Geohidrológicos, Ecológicos, Climatológicos, Hidrología Superficial, Crecimientos de Centros de Población, Sísmicos y Topografía de Acceso.

ALCANCES ⇒

* Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas.

- * Diseño y Construcción de celdas de sistemas de captación de lixiviados y del sistema de venteo.

* Diseño y Construcción de las obras complementarias.

- * Areas de acceso, cerca perimetral, caseta de vigilancia, de pesaje y báscula, laboratorios, pozos de monitoreo, drenaje, etc.

ATLAS NACIONAL PARA CONTROLAR LA AFECTACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS, GENERADA POR MALAS PRACTICAS EMPLEADAS PARA EL CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒ Realizar un análisis de las características naturales del subsuelo y fuentes generadoras de residuos sólidos y peligrosos a nivel nacional, a fin de preservar la calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

• Generar un atlas que a partir del uso de un sistema de información geográfica, permita identificar y delimitar a nivel nacional:

ALCANCES ⇒

- * Zonas de acuíferos que sean vulnerables a la contaminación y otra que los acuíferos ya estén siendo afectados por residuos sólidos y peligrosos.
- * Areas de diferente nivel de aptitud para confinar residuos sólidos y peligrosos.
- * Zonas potencialmente riesgosas para la infraestructura que contienen.
- * Zonas sujetas a altos riesgos por estar expuestas a posibles desastres de origen natural.

ACTUALIZACION DE NORMAS MEXICANAS Y PROPUESTA PARA SU PROMOCION A NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

OBJETIVO ⇒ Elevar a Normas Oficiales Mexicanas 6 Normas Mexicanas relacionadas con los residuos sólidos municipales y la contaminación del suelo, realizando estudios e investigaciones que permitan actualizarlas así como los métodos de campo.

NOM-AA-091	Terminología de Residuos Sólidos
NOM-AA-015	Muestreo, Método de Cuarteo.
NOM-AA-019	Peso Volumétrico IN SITU
NOM-AA-022	Selección y Cuantificación de Subproductos.
NOM-AA-052	Preparación de Muestras en el Laboratorio para su Análisis
NOM-AA-061	Determinación de la Generación

ALCANCES ⇒

- * Recopilación, análisis y evaluación de la información bibliográfica actualizada disponible.
 - Que c/u de las Normas tenga el sustento necesario de la Ley de Metrología y deben contar con un manejo específico para su propuesta a NOM.
 - * Tecnologías actualizadas.
- * Identificación de procedimiento, actualización de terminologías y métodos.
 - Descripción de c/u de los métodos.
 - Aparatos y equipos actualizados.
 - Diagramas y figuras para la interpretación.
 - * Técnicas de análisis.
- * Formulación del proyecto a Norma Oficial Mexicana

ATLAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA REGIONALIZACION DE ZONAS DE INFRAESTRUCTURA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒ Contar con un Atlas de Información Geográfica que aporte información que facilite la toma de decisiones relacionadas con la ubicación y autorización de proyectos industriales, aportar información pública destinada a promover el desarrollo oportuno de los mercados para el manejo de residuos peligrosos, obtener un diagnóstico más oportuno y efectivo de las manifestaciones de impacto ambiental, para un Estado Fronterizo.

- ALCANCES** ⇒
- * Desarrollar criterios de regionalización que considere cuando menos las siguientes categorías: Ecología, Geología, Sismología Edafología, Climatología, Meteorología, Hidrología, Asentamientos Humanos, Aspectos Políticos y Sociales y Tendencias del Desarrollo Urbano.
 - * Una descripción de los criterios de regionalización y la definición de los parámetros de evaluación, por cada una de las categorías ambientales enlistadas.

ESTRATEGIAS PARA LA FORMULACION DE PLANES MAESTROS DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA FRONTERA NORTE.

- OBJETIVO** ⇒
- * Definir la situación actual que guarda el manejo Transfronterizo de Residuos Sólidos y Peligrosos por origen, tipo y cantidad.
 - * Determinar las implicaciones Jurídico Ambientales de los 3 niveles de Gobierno.

- ALCANCES** ⇒
- * Recopilación, Análisis, Sistematización y Evaluación de Información Bibliográfica disponible en Ciudades de más de 100 mil habitantes en la Frontera Norte del País de los Residuos Sólidos y Peligrosos en cuanto a:

- Cuantificación y Caracterización (Tipo peso y volumen) por Rama Industrial y Servicios.
- Recolección, Almacenamiento, Transporte, Rehuso, Tratamiento y Disposición Final.
- Servicios y Tecnologías para el Control.

- * Identificar los mecanismos actuales como disponen los Generadores de Residuos Sólidos.
- * Formular Propuestas de Reciclaje, Evaluar los Riesgos Asociados, Recopilar y Evaluar el Marco Jurídico.

DOCUMENTO MODELO PARA LA CONCESION Y/O PRIVATIZACION DE LOS SERVICIOS ASEO URBANO.

OBJETIVO ⇒ Elaborar un documento modelo que sirva de apoyo a la toma de decisiones a nivel Estatal y Municipal para concesionar o contratar los servicios de limpieza en el espacio y tiempo que permita asegurar la eficiencia del servicio y el control de los residuos sólidos municipales.

ALCANCES ⇒

- * Antecedentes y evaluación de concesiones del aseo urbano en México y otros países.
- * Antecedentes legales.
- * Disposiciones generales.
- * Prestación de servicios.
- * Concesionario.
- * Concedente.
- * Contraprestaciones.
- * Varios

BALANCE DE MOVIMIENTOS DE RESIDUOS PELIGROSOS Y DEL SISTEMA DE SEGUIMIENTO.

OBJETIVO ⇒ Diseñar e implementar una estrategia de seguimiento de manejo de residuos peligrosos con base en los reportes y manifiestos que son entregados al INE, por la industria generadora de residuos y las empresas de manejo.

- * Revisión de la información contenida en los manifiestos.
- * Elaboración de un sistema de cómputo, que permita obtener información de:

- ALCANCES** ⇒
- * Empresas generadoras de residuos sólidos.
 - * Por tipo de residuos.
 - * Por entidad federativa.
 - * Por mes y año.
 - * Empresas que confinan residuos peligrosos.
 - * Número de reportes de residuos confinados, en sitios de disposición final.

INFORMACION Y COMUNICACION SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS.

OBJETIVO ⇒ Contar con un medio que permita acceder a información relevante actualizada en materia de residuos peligrosos, facultando al INE para esta en posibilidades de tomar decisiones técnicas con base en tecnologías punta, o en aquellas aplicables a nuestro país.

- ALCANCES** ⇒
- * Identificar las fuentes de información más relevantes, en materia de residuos peligrosos.
 - * Integrar la infraestructura necesaria para acceder a redes de comunicación e información por computadora.
 - * Crear un sistema de búsqueda de la información mencionada.
 - * Capacitar al personal del INE en el manejo del sistema.

ESTRATEGIAS Y LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA NACIONAL DE MINIMIZACION Y RECICLAJE DE RESIDUOS.

OBJETIVO ⇒ Definición de estrategias, lineamientos y políticas para el desarrollo de un programa nacional de minimización y reciclaje de residuos sólidos municipales, que permitan conocer la situación actual del país y alternativas de solución.

ALCANCES ⇒

- * Elaborar un inventario general de la generación de diversos residuos no peligrosos.
- * Identificar información relacionada con los sistemas y métodos que se aplican en el manejo de residuos en todas sus etapas.
- * Identificar la ubicación y necesidades de reciclaje en zonas con mayor o menos índice de población.
- * Identificar precios de subproductos.
- * Definición de posibilidades de aprovechamiento de los materiales reciclables.
- * Estrategias para identificar los mecanismos para la instalación de comités estatales y municipales para el desarrollo de los objetivos del programa.

ADQUISICION DE UN LABORATORIO MOVIL DE MONITOREO PARA DETECTAR Y EVALUAR IMPACTOS AMBIENTALES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS PELIGROSOS Y URBANOS.

OBJETIVO ⇒ Identificación y ubicación de zonas críticas, desde la perspectiva del manejo y gestión de residuos sólidos especiales y peligrosos en la República Mexicana.

Identificación de impactantes adversos al ambiente y/o a la salud pública generados en los sistemas de aseo urbano.

Evaluación de los riesgos potenciales que pudieran derivarse de la operación de los sistemas de aseo urbano, en particular de los impactantes identificados.

ALCANCES ⇒ * Contar con una unidad móvil de monitoreo por medio del cual sea posible efectuar medición y análisis de los siguientes impactantes:

- * Aerotransportables.
- * Biogas.
- * Lixiviados.
- * Gases no combustionados.
- * Otros parámetros (ruido radioactividad)



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 6 2DA. PARTE: PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE
ACCIDENTES**

ING. SERGIO RIVAPALACIO

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 considerable d su tancias química

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-isocianuro 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, estén 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 pra 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**

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

**TEMA 7: MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA
CONSTRUCCION**

ING. MOISES DOMINGUEZ

**SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA.**

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

**MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION**

**ING(S): FIDEL CORTES CARBALLAR,
MOISES DOMINGUEZ BONILLA.**

MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION

ANTECEDENTES :

En México, se ha observado en las grandes áreas urbanas, que se generan residuos productos de las construcciones y demoliciones (RCD) mismos que se incorporan a la corriente de los residuos sólidos municipales; se estima una producción del 15 al 20% del total de éstos, están considerados en este porcentaje, los residuos que se generan en la producción de las manufacturas para la industria de la construcción.

Además en los últimos años, México ha vivido situaciones difíciles debido a los daños ocasionados por sismos. Con la participación de todos se ha resuelto en gran parte la remodelación de las construcciones, principalmente de la Ciudad de México; sin embargo, existe un gran número de localidades con edificios que requieren de reforzamientos estructurales y otros por demoler.

El gobierno al actualizar los planes de construcción y desarrollar obras para el bienestar social e infraestructuras prioritarias en el país, y la participación de la iniciativa privada en las construcciones, hace que los volúmenes de obra dejen una gran cantidad de residuos sin control.

Por otra parte, los procedimientos constructivos y los materiales de obra se continúan utilizando los métodos tradicionales; sólo un bajo porcentaje es de prefabricación, por lo que se puede confirmar que: los residuos generados en la construcción son significativos por ocupar espacios en los sitios de disposición final de los residuos sólidos municipales.

En países desarrollados, la tecnología en materia de procedimientos y equipo para la construcción ha avanzado, domina la utilización de prefabricados y llevan un control de los residuos y de las materias primas que se utilizan para los insumos de la construcción, además es alto el porcentaje para reciclaje y cuentan con una normatividad estricta.

SITUACION ACTUAL :

A la fecha, en nuestro país no se ha establecido un marco regulatorio que controle los residuos de la construcción, la falta de este ha implicado que los residuos se vean esparcidos en: lotes baldíos, camellones, plazas, orillas de carreteras, barrancas, tiraderos de residuos y en rellenos sanitarios, con las implicaciones ambientales que todos conocemos y que van desde su generación, transporte, reuso, recicló, tratamiento y hasta su disposición final.

Existen organizaciones tales como; el Instituto Nacional del Reciclaje (INARE) que recolectan de las obras: vidrio, material ferroso, tubos de diferentes materiales de p.v.c., poliducto, fierro fundido, galvanizado, pedazos de cable, madera, bolsas de cemento, calhidra y botes, entre otros. Estos materiales los reciclan, tratan y hasta exportan, principalmente metales.

Las empresas dedicadas a las demoliciones, evalúan los costos de los trabajos a ejecutar, en función directa de los materiales de acabados que puedan rescatar para su reaprovechamiento, estas acciones las podemos considerar como el principio del manejo y tratamiento, en razón de que reducen los volúmenes de los residuos de la construcción. Algunas empresas ya empezaron a ofrecer un precio de sus envases, recuperando residuos para su reutilización. Como es el caso de las fabricas de cal, venden a las fabricas de cemento para reutilizarse en la fabricación de adocretos, las arenas producto de la explotación de canteras.

Todo lo anterior, se puede evaluar a partir de que se estima que una edificación para casa unifamiliar de 150 a 200 m² de construcción se observó en la práctica, que el residuo de la construcción de los trabajos preliminares, obra negra y acabados arroja en promedio un volumen suelto de residuos de 49 a 60 m³; para hoteles y hospitales aproximadamente por cuarto o cama 50 m³ de volúmenes sueltos.

CLASIFICACION DE RESIDUOS POR TIPO DE TRABAJO.

• CONSTRUCCION

Materiales compuestos de cemento, cal, arena y grava: concretos, morteros, blocks de concreto, yeso, aplanados, poliuretano (plafones), tubos de fierro colado (albañal), cerámica, madera, plástico y jales mineros.

• DEMOLICION

Armados, losas, vidrio, plafones de diferentes materiales, tuberías de todo tipo, materiales de alto riesgo en su operación como: balastras, tubos de iluminación a base de vapor de mercurio, de sodio, de neón, diferentes conductores de electricidad y otros como: cerámicas, telas, plásticos, etc.

• REMODELACIONES, ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Trapos con solventes, brochas, rodillos, cubrebocas, cancelles de tablaroca, muros con elementos prefabricados, madera, alfombras, bajoalfombras, maderas conglomeradas, zoclos de vinil, mamparas de aluminio y vidrio, loseta vinílica, conglomerados, plástico, etc.

Y demás obras de ingeniería y arquitectura sin dejar las electromecánicas.

RELACION DE RESIDUOS GENERADOS SEGUN SU IMPORTANCIA.

Jales mineros.

Trapos con solventes.

Aceites, brochas y estopas usadas.

Balastras, tubos de iluminación a base de vapor de mercurio, de sodio y de neón.

Plásticos.

Materiales con contenido de brea (resinas).

Concreto-mampostería.

Cerámica-tejado, pisos.

Yeso-cal.

Maderas.

PROPUESTA :

Establecer un marco regulatorio, que con la participación de los sectores de la sociedad, analice y proponga las bases para que a través del uso de tecnologías limpias en la fabricación de los insumos de la construcción, de las prácticas del reuso, reciclaje y responsabilidad se reduzca el 100% de los residuos de la construcción en los sitios de disposición final de los residuos sólidos municipales en un período de 5 años y de controlar totalmente la fracción de los peligrosos incorporados a éstos, a través de lineamientos normativos y de acuerdos voluntarios con la Industria de la Construcción, en donde se considera la separación, clasificación, reciclaje, reuso y disposición en rellenos de residuos industriales no peligrosos.

Se debe estar consciente de la necesidad de iniciar los estudios e investigaciones para solucionar el problema de los residuos de construcción, partiendo del reconocimiento de que normalmente van a parar a cualquier lugar en forma clandestina y sin control alguno. Por tal motivo, es importante obtener medidas prácticas para su reuso y aprovechamiento, orientándolos a apoyar la construcción de viviendas de interés social, mejorar la superficie de rodamiento de acceso a las poblaciones rurales y a los sitios autorizados para disponer de los residuos sólidos municipales.

ALGUNOS EJEMPLOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION QUE PUEDEN PRODUCIR UN MATERIAL RENOVADO SECUNDARIO DE BUENA CALIDAD PARA SER USADO EN DIFERENTES APLICACIONES.

MATERIAL DE RESIDUO	APLICACION	EJEMPLO
Concreto triturado.	Como agregado en concreto nuevo	Caminos de concreto, carreteras, alcantarillados, puentes, diques, banquetas, etc.
Block de concreto, ladrillo triturado.	Como agregado en concreto nuevo.	Pisos, muros, divisiones horizontales, etc.
Concreto triturado.	Como agregado en asfalto nuevo.	Material de base de vialidades en pavimentos.
Block de concreto, ladrillo triturado.	Como base de caminos secundarios	Ciclopistas, caminos rústicos de bosques y campos, estacionamientos, etc.
Block de concreto, ladrillo triturado.	Material de relleno	Cauces, trincheras, guarniciones, pozos de visita, etc.

ESTUDIOS PARA EL CONTROL DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION.

Con estudios sobre tecnologías limpias, a partir de las materias primas que intervienen en la fabricación de los insumos de la construcción, se pretende:

- Minimización en la generación de residuos.
- Optimizar la posibilidad de reciclaje.
- Reducción del impacto ambiental.

Estos estudios se podrán basar en:

- Materiales de construcción compatibles con el medio ambiente.
- Incluir aspectos de tecnología limpia en las fases de diseño.
- Demolición selectiva, manejo eficiente de residuos sólidos en el sitio de construcción.

Y en el ámbito rural a partir de la fabricación de materiales, los estudios seran regionales para taller a cielo abierto no contaminates para:

- Construcción de hornos para fabricar cal.
- Construcción de hornos para fabricar tabique, ladrillo y teja.
- Fabricación de adobe.
- Fabricación de vigas para cerramientos de puertas, ventanas y guarniciones.
- Fabricación de vigas para techo con materiales industriales o regionales.
- Fabricación de tubos de concreto para drenaje.
- Fabricación de losetas de concreto para banquetas y pisos.

Talleres a cubierto.

Fabricación de puertas, ventanas y mobiliario oficial o doméstico (herrería y carpintería).

Artesanías y cerámicas para recubrimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El manejo de los residuos de construcción, debe estar dentro de un marco regulatorio, para que en los diversos tipos de obras se puedan hacer una separación de residuos para reuso y reciclaje, los residuos minimizados en sitios podrían ser manejados en un parque de materiales para que se distribuya en el aprovechamiento de las obras de viviendas de interés social y progresiva o restaurar calles de poblados rurales, populares, sólo se tendría que ver el acarreo desde su origen hasta el parque de materiales en cuestión. Esto se podría planear coordinadamente entre las autoridades federales, estatales y municipales.

Por otra parte, lo más significativo es que se estará contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales de las áreas urbanas, al dejar espacio en los sitios de disposición de residuos sólidos municipales y controlar la corriente de peligrosos en éstos.

RESUMEN:

Los residuos de la construcción contempla:

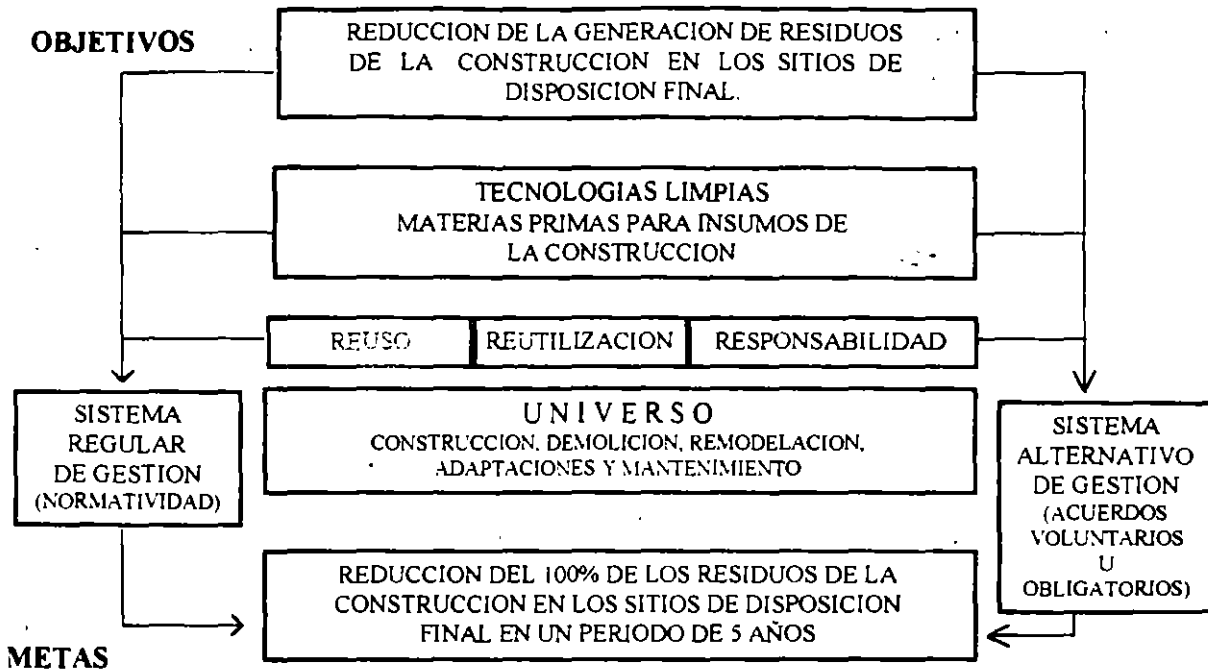
- Los residuos producto de la elaboración de materiales de obra y acabados de la construcción.
- Los residuos productos de las obras.
- Los residuos producto de las demoliciones, adaptaciones, remodelaciones y mantenimientos.
- Los residuos que afectan y alteran al medio ambiente.

Dentro de este Universo de residuos, consideramos que existe un alto porcentaje de residuos peligrosos; además se engloba la posibilidad de reciclaje, reusos y reducción de impacto ambiental.

Por lo anterior: _____

Es importante ~~iniciar~~ con el marco regulatorio que nos ayude a ~~controlar~~ los residuos de la construcción.

DIAGRAMA PARA LA GESTION DEL MARCO REGULATORIO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION



RESIDUOS GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE UNA OBRA CIVIL (RESIDUOS DE OBRA CIVIL)

ANALISIS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA CONSTRUCCION DE UN INMUEBLE DE 100 M² EN UNA PLANTA.

1.- LA LIMPIEZA DEL TERRENO, TRAZO Y EXCAVACION:		
PEQUEÑOS ARBUSTOS, HIERBA, PASTIZAL	1 M ³	4.85%
TIERRA, TEPETATE Y PIEDRA	6 M ³	29.11%
2.- LA CIMENTACION DE PIEDRA:		
PIEDRA, REVOLTURA Y MADERA	1.5 M ³	7.27%
3.- LA CIMENTACION DE CONCRETO:		
REVOLTURA, VARILLA, MADERA Y PIEDRA	3 M ³	14.55%
4.- EL DESPLANTE DE MUROS DE TABIQUE Y APLANADO:		
PEDACERA DE TABIQUE, REVOLTURA, MADERA Y YESO	2.5 M ³	14.55%
5.- EL TENDIDO DE ALBAÑALES Y DRENAJE:		
PEDACERA DE TUBO DE CONCRETO, TABIQUE, CAL Y TIERRA	2 M ³	9.70%
6.- LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS DE REFUERZO:		
REVOLTURA, ALAMBRE, VARILLA Y MADERA	1.5 M ³	7.27%
7.- EL COLADO DE LOZAS DE CONCRETO:		
REVOLTURA, VARILLA, MADERA Y ALAMBRE	0.75 M ³	3.63%
8.- EL COLADO DE PISOS Y FIRMES DE CONCRETO:		
REVOLTURA, MADERA, TIERRA Y DEMOLICION	1 M ³	4.85%
9.- HERRERIA Y CARPINTERIA (FABRICADA FUERA EN TALLER):		
FIERRO, MADERA Y ASERRIN	0.4 M ³	1.94%
10.- COLOCACION DE HERRERIA Y CARPINTERIA:		
PEDACERIA DE TABIQUE, REVOLTURA Y MADERA	0.2 M ³	0.97%
11.- DURANTE LA COLOCACION DE PISOS Y LAMBRINES:		
MOZAICOS, AZULEJOS Y REVOLTURA	0.3 M ³	1.45%
12.- DURANTE LA INSTALACION ELECTRICA Y SANITARIA:		
CASCAJO, PEDACERA DE TUBO Y ALAMBRE	0.05 M ³	0.25%
13.- LOS ACABADOS:		
VIDRIO, PAPEL, ESCOBA, BROCHAS, BOTES Y ALAMBRE	0.1 M ³	0.45%
14.- DEMOLICIONES VARIAS Y LIMPIEZA		
CASCAJO Y TIERRA	0.1 M ³	0.45%
15.- LA JARDINERIA:		
TIERRA, CASCAJO, PLANTAS, PLASTICO Y BOTES	0.2 M ³	0.97%
	TOTAL:	20.61 M³ 100%



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 8: CASO PRACTICO: RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE
LA DEMOLICION DE UN HOTEL**

DRA. SONIA VALDIVIA

Desmontaje Selectivo de Edificaciones y su Reciclaje

Proyecto Piloto sobre el Reciclaje de un Hotel en Döbel-Alemania

Sonia Valdivia Mercado; Consultora de UNITAR (United Nations Institute for Training and Research)
y Docente de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Introducción

Con base en el análisis de la situación actual de la demolición de edificaciones y de su reciclaje en la región de estudio (Distritos de gobierno Karlsruhe y Freiburg en el Estado de Baden-Württemberg, Alemania), de los requerimientos técnicos para su reciclaje, así como de factores económicos involucrados en el desmontaje y reciclaje, el Instituto Franco-Alemán de Investigación del Medio Ambiente con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente de Baden-Württemberg llevó a cabo un proyecto piloto entre mayo y julio de 1993 con el propósito de demostrar la factibilidad técnica y económica de un desmontaje selectivo y posterior reciclaje de edificaciones en comparación a la tradicional demolición que trae consigo, principalmente, volúmenes más altos de residuos de baja calidad para su posterior reciclado.

1. Caracterización de la Región de Estudio con respecto a sus Recursos Naturales, sus Rellenos Sanitarios e Instrumentos Económicos y Legales Existentes

En la región de estudio los desechos de la construcción ascienden a 2.64 Mill. tn/año. Considerando que los requerimientos técnicos y la compatibilidad con el medio ambiente en la mayor parte de los casos podrían ser satisfechos por los materiales reciclados, substituyendo grandes cantidades de recursos naturales explotados como piedra chancada, grava y arena (44 Mill. tn/año), las tasas de reciclaje (55%) y las opciones en que se reciclan actualmente (sólo se reusan en opciones de baja calidad como por ejemplo como materiales de relleno y como material de construcción en bases de carreteras) siguen siendo insatisfactorias. Mientras que las reservas de recursos naturales están descendiendo, materiales secundarios están siendo depositados en rellenos sanitarios. Se estima que la capacidad de los recursos naturales mencionados alcanzarían sólo para el año 2008 [1].

Aún más, el depósito de los desechos de la demolición en los rellenos sanitarios existentes en la región están causando problemas ambientales y acelerando el agotamiento de sus capacidades. Se estima que de no ampliarse la capacidad de estos rellenos, estos se agotarían para el año 2002 [1]. Esta situación está ocasionando incrementos en las tarifas de depósito para el responsable de los desechos. Actualmente depositar 1 tn. de desecho de la demolición no contaminado cuesta hasta US \$ 120.

Con respecto a los instrumentos legales y económicos existentes para promover el reciclaje y la substitución, estos se pueden resumir en los siguientes:

- Reglamento Técnico para Desechos Provenientes de Asentamientos "TA Siedlungsabfall" [2] el cual se está aplicando desde junio de 1995 y establece disposiciones de depósito muy estrictas. Los efectos de su aplicación son tarifas más altas de depósito promoviendo indirectamente el reciclaje.

- Impuestos de Compensación por Daño a la Naturaleza "Ausgleichsabgabeverordnung [3]" que se aplica al explotar recursos naturales como grava, arena, etc.. Los impuestos a ser pagados por industria explotadora de recursos naturales varía entre 0.33 a 1.0 US \$/m³.
- Regulaciones Municipales para Desechos "Abfallsatzungen". Hay significativas variaciones en las políticas de manejo de residuos aplicadas en los diferentes municipios, las cuales son interpretaciones de la ley existente para todo el país [3]. En la figura 1 se observa una caracterización de la región según el nivel de exigencia (representados por letras A, B, C, D) de sus políticas de manejo de residuos en los diferentes municipios. Mientras que en los municipios pertenecientes al grupo D el depósito de desechos mezclados y reciclables ya no es permitido, en los del grupo A, esta diferenciación no es tomada en cuenta y los desechos pueden ser depositados inclusive a precios relativamente muy bajos. Dobel, que es donde se llevó a cabo el proyecto piloto, se encuentra en el municipio rural Calw que pertenece al grupo D.

2. Objetivos

Con base en esta situación, el Ministerio de Medio Ambiente de Baden-Württemberg promovió el desarrollo de un proyecto en el cual tenía como objetivo el analizar la factibilidad, en las fases de desmontaje y demolición, de:

- mejorar la calidad de los desechos de manera que sea posible un reciclaje total de los materiales secundarios, y
- reducir costos en el manejo de los residuos teniendo como alternativas la demolición tradicional o el desmontaje selectivo y reciclaje posterior.

3. Desarrollo del Proyecto Piloto y Resultados

Características de la edificación:

En base a los antecedentes expuestos y para cumplir con los objetivos planteados, se tomó como objeto de estudio una edificación (hotel) con las siguientes características:

- año de construcción : 1910
- usos de la edificación : hasta 1928 como una fábrica, luego hasta 1983 como un hotel y desde entonces hasta 1993 deshabitado
- número de niveles de la edificación : 4 pisos incluido el sótano
- terreno : 495 m²
- altura máxima : 11.40 m
- largo : 38.17 m
- volumen de la edificación : 4,950 m³
- peso total de los materiales : 1,096 tn

Tareas realizadas durante el proyecto piloto:

las siguientes tareas fueron realizadas:

- Determinación de materiales de construcción empleados en la construcción de la edificación (ver figura 2).
- Experimentación de diferentes métodos de desmontaje.
- Determinación de las mejores opciones, desde el punto de vista cualitativo, de reuso y reciclaje.

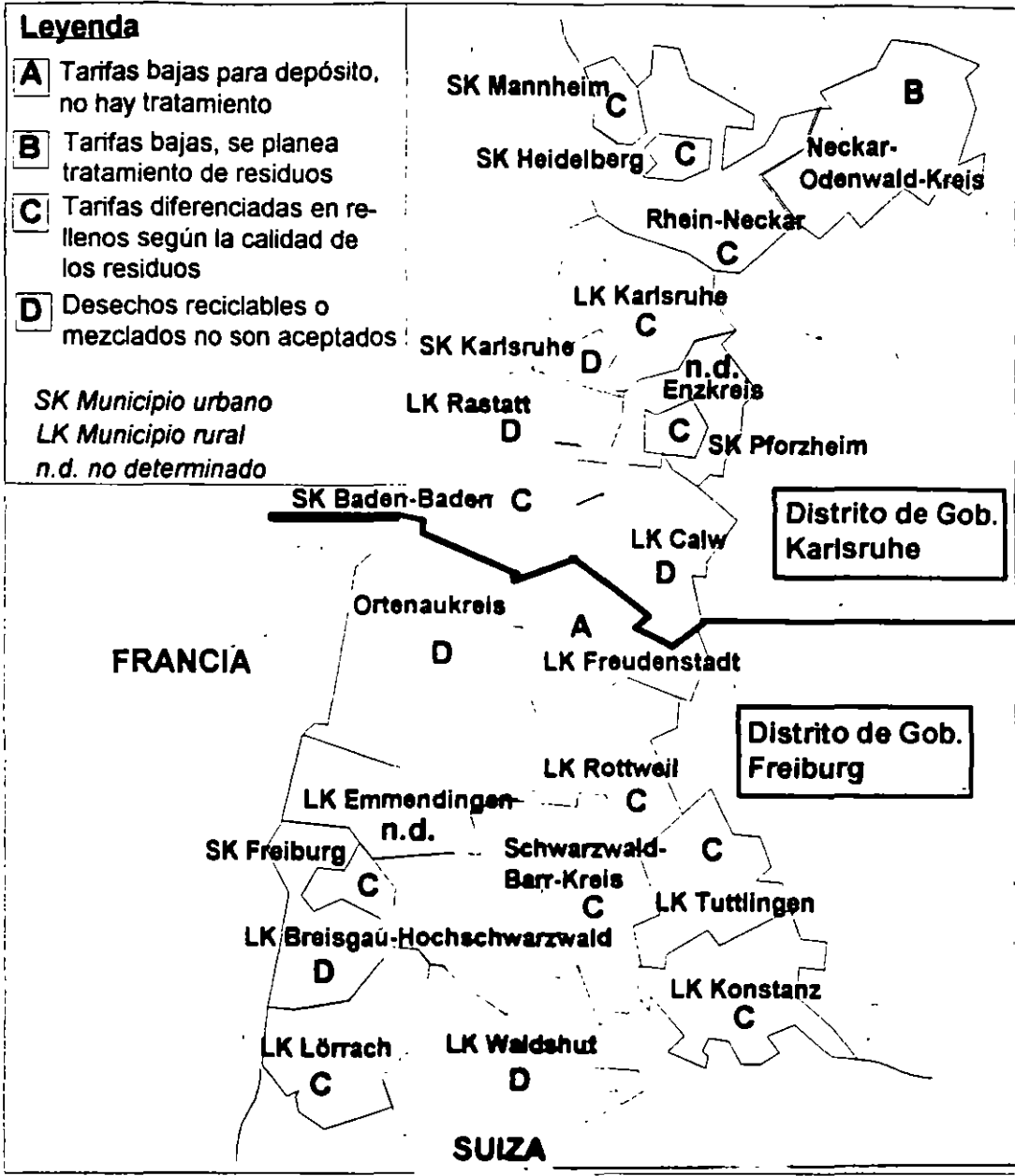


Figura 1: Características de los municipios de los distritos de Gobierno de Karlsruhe y Freiburg

Materiales de construcción empleados en la edificación:

Los materiales empleados en las edificaciones dependen del año de la construcción, del estilo de edificaciones en la región, de sus recursos naturales, del uso que se le dá, etc.. Por ello es importante recalcar que la edificación, objeto de este estudio, no es representativa, sino sólo una muestra de una serie de pruebas que en la actualidad se vienen desarrollando para diferentes tipos de edificaciones que según el Instituto Franco-Alemán de Investigación del Medio Ambiente pueden ser resumidos en 8 En el análisis de la composición de la edificación, se determinó que el material de construcción empleado en mayor cantidad en peso fueron los bloques o ladrillos de piedra (43%), luego siguen las fracciones minerales compuestas de cemento, yeso, tierra, piedra chancada, arena, etc. (37%). En la edificación se

emplearon, además, estructuras de madera tanto para las paredes como para los techos, material que representó un volumen significativo. Un detalle de la composición se puede observar en la figura 2 [4

Determinación de las fases de desmontaje:

Con el fin de lograr una separación óptima de los materiales a ser reciclados, con una calidad acorde a los requerimientos técnicos, se determinaron 5 fases en el desmontaje de la edificación:

- Desmontaje de instalaciones (eléctricas, sanitarias, de calefacción, etc.), cubiertas de pisos (alfombras, lozas), ventanas y puertas.
- Separación de materiales utilizados en la construcción de paredes y techos (separación de mortero y yeso del resto de la estructura).
- Desmontaje de los trabajos de acabados de superficies (revestimientos de madera o tapetes de paredes interiores y exteriores, etc.).
- Desmontaje del tejado y de las estructuras de madera de los techos.
- Desmontaje de las paredes y techos restantes considerando la separación de material reciclable.

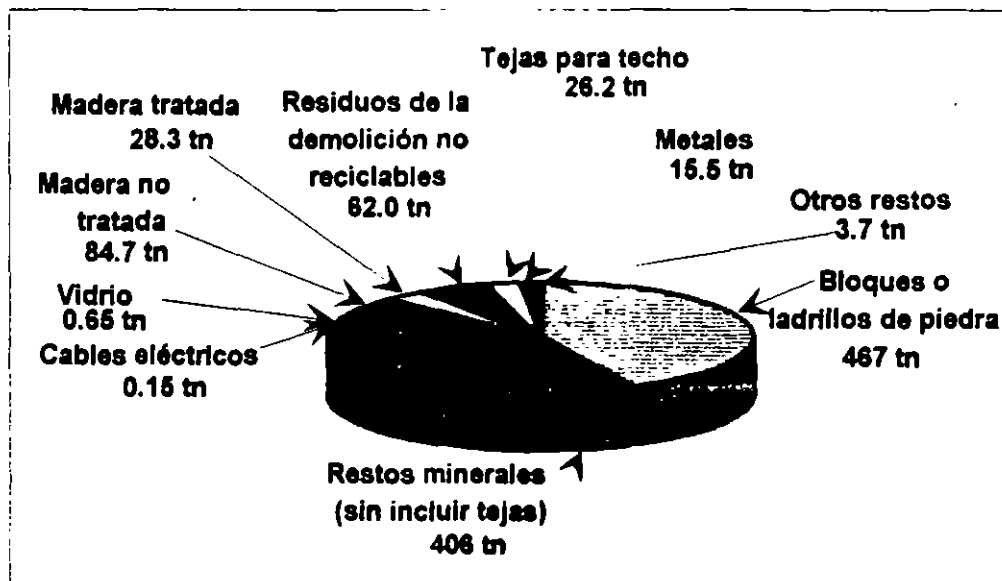


Figura 2: Composición de la edificación

Reciclaje y reuso de los materiales desmontados:

Luego del desmontaje de los materiales de la edificación, se procedió a distribuir los restos reciclables y reusables en las mejores opciones posibles, desde el punto de vista técnico y económico. Del peso total de materiales utilizados en la edificación (1096 tn), un 5% fue reusado, 89% reciclado y sólo un 6% depositado en rellenos sanitarios. En la tabla 1 se aprecia el detalle de las cuotas de reuso y reciclaje, de depósito para cada uno de los tipos de materiales previamente definidos:

En la figura 3 se dan datos sobre costos de transporte y de depósito incurridos para cada grupo de materiales provenientes de la edificación luego del desmontaje. Los costos más altos, de 165.3 a 375.0 US \$/tn, se dieron para los materiales de desecho (mezclas parcialmente contaminadas), materiales no reciclables (fracciones minerales) y la madera tratada (con sustancias químicas para su protección y conservación). No se incurrieron en gastos para reusar y o reciclar los cables eléctricos y restos de vidrios pues fueron recogidos en la obra por las plantas recicladoras.

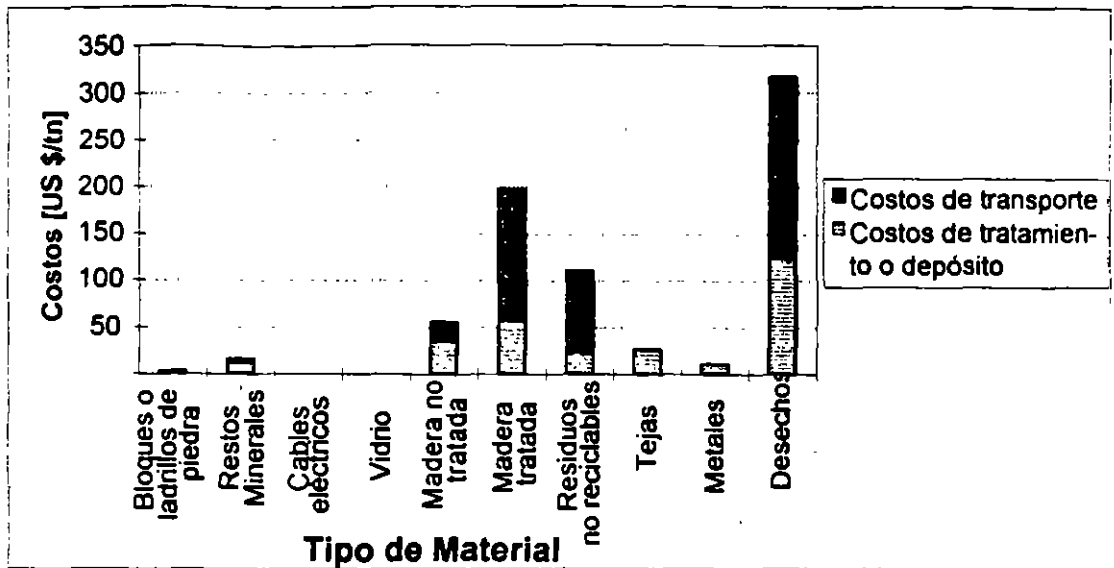


Figura 3: Costos de transporte y tratamiento o depósito para diferentes tipos de materiales

Tipo de material	cuota de		
	reuso [%]	reciclaje [%]	depósito [%]
Bloques o ladrillos de piedra	7.1	92.9	0
Restos minerales (sin incluir tejas)	0	100.0	0
Cables eléctricos	0	100.0	0
Vidrio	0	100.0	0
Madera no tratada	18.6	81.4	0
Madera tratada	2	98	0
Residuos de la demolición no reciclables	0	0	100.0
Tejas para techo	0	100.0	0
Metales	1.9	98.1	0
Otros restos	0.4	0	99.6
Total	5.0	94.0	6.0

Tabla 1: Cuotas de reuso, reciclaje y de depósito por grupos de materiales

Comparación de métodos: desmontaje selectivo y reciclaje versus demolición tradicional

Bajo el escenario de un **desmontaje selectivo** (escenario 1) total se observa que las tasas de reciclaje pueden ser bastante altas, llegando hasta un 100% según el tipo de material. Para complementar este análisis se estudiaron dos escenarios más:

- desmontaje parcial y reciclaje de la edificación (escenario 2), y
- demolición tradicional (escenario 3)

Luego se efectuaron las comparaciones correspondientes de costos incurridos en las 3 alternativas (de los resultados mostrados en la figura 4 se observa que los costos totales más altos se dan para el escenario 3, superando en un 24% a los costos del escenario 1.

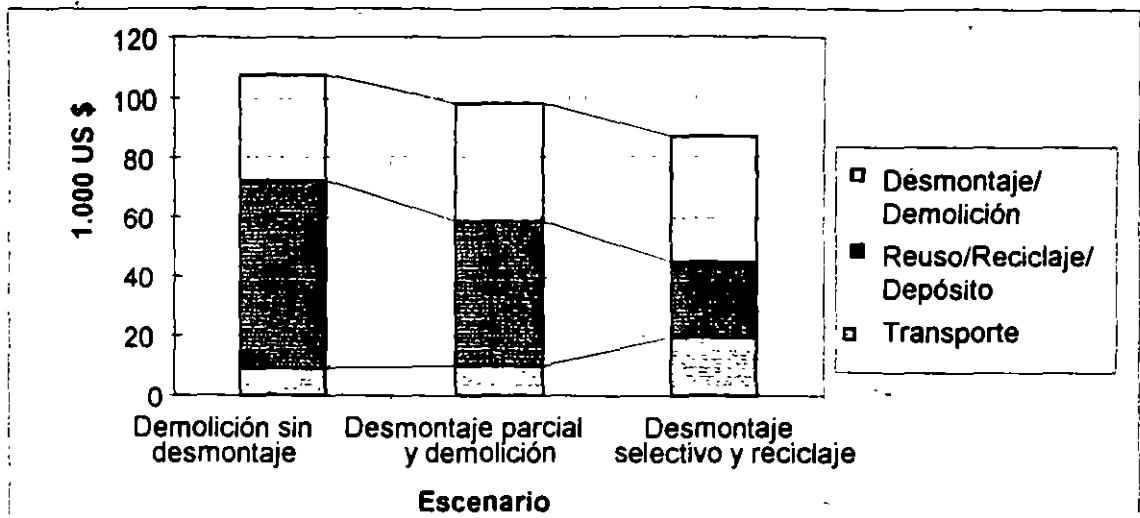


Figura 4: Comparación de costos incurridos bajo 3 escenarios

Conclusiones

A través del presente estudio se demuestra que, sin dejar de considerar las condiciones económicas y las políticas relativamente estrictas de manejo de residuos en la región de estudio en Alemania, el desmontaje selectivo y su posterior reciclaje es más económico en comparación a otras alternativas tradicionales de demolición de edificaciones. Los altos costos de desmontaje (escenario 1) se compensan con los bajos costos de tratamiento y de depósito en rellenos sanitarios. Esta alternativa trae además consigo la ventaja de alcanzar la cuota de reciclaje y de reuso (94%) más alta en comparación a las demás opciones, debido a la buena calidad de los materiales desmontados.

Bibliografía

- [1] Valdivia, S.: Potenciales Económicos de Substitución para Recursos Naturales por Materiales Secundarios (Ökonomische Substitutionspotentiale für natürliche Rohstoffe durch Sekundärstoffe), Editorial Peter Lang, Frankfurt - Alemania, 1995
- [2] Reglamento Técnico para el Evitamiento, Recuperación, Tratamiento y Disposición de Desechos de Asentamientos (Technische Anleitung zur Vermeidung, Verwertung, Behandlung u. sonstige Entsorgung v. Siedlungsabfällen - TA Siedlungsabfall), Bonn - Alemania, 1993
- [3] Ley para la Promoción de una Economía con una Pobre Generación de Residuos (Gesetz zur Förderung einer rückstandsarmen Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Entsorgung von Abfällen), Bonn - Alemania, 1994
- [4] Rentz, O.; Ruch, M.; Nicolai, M.; Spengler, Th., Schultmann, F.: Desmontaje Selectivo y Reciclaje de Edificaciones, Editorial ecomed, Rieden - Alemania, 1994



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 9: POLITICAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS
PELIGROSOS**

MI. JORGE SANCHEZ

1. El Control de los Residuos Peligrosos. Marco de Referencia.

La industria utiliza materias primas, energía, capital y trabajo humano para generar bienes socialmente deseables, pero también, sus procesos productivos arrojan al ambiente subproductos indeseables para los cuales, generalmente, no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos están las emisiones de contaminantes a la atmósfera, las descargas de aguas residuales y los residuos no peligrosos y peligrosos.

Estos últimos incluyen sustancias y agentes que tienen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (propiedades CRETIB), (Cuadro 1.1). En las etapas incipientes del proceso de industrialización, el volumen de generación de residuos peligrosos es relativamente pequeño, y permite que éste sea asimilado dentro de las capacidades de carga de suelos, cuerpos de agua y drenajes urbanos. Sin embargo, al avanzar el proceso, el volumen desborda las capacidades biofísicas e institucionales de asimilación y manejo, convirtiéndose en un reto enorme de gestión industrial y de política ambiental.

Cuadro 1.1 RESIDUOS PELIGROSOS MAS COMUNES

- SULFATOS DE CALCIO Y PIGMENTOS
- LODOS Y NATAS DE PINTURA
- LODOS DE SALMUERA
- POLIMEROS Y RESINAS
- PIEDRAS Y LODOS DE FUNDICION
- LODOS CON ACIDO ACETICO
- LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
- SILICATOS DE MAGNESIO
- RESIDUOS DE CLORUROS DE BENZOL
- TIERRAS CON ASBESTOS
- ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS CADUCOS
- PILAS ALCALINAS
- TELAS PARA FILTROS

En la Gráfica 1.1, se presenta una estimación de la generación de residuos asociada con el sector industrial. Es posible que la generación total de estos residuos en nuestro país, oscile alrededor de las ocho millones de toneladas anuales, estimación que no considera a los jales mineros, residuos que también pueden ser peligrosos y que se generan en cantidades muy grandes (tal vez entre 300 mil y 500 mil toneladas diarias). En el Area Metropolitana de la Ciudad de México, se generan aproximadamente 600,000 toneladas anuales de estos residuos, de las cuales el 57 %, corresponden al Distrito Federal y el resto, 43 %, a los Municipios Conurbados.

La gran diversidad y heterogeneidad de los residuos peligrosos, dificultan el establecimiento de criterios claros de clasificación y por tanto, de manejo de los mismos. Entre los intentos que han surgido para clasificar de forma coherente y ordenada a los residuos industriales se ha considerado su composición química, estado físico, descripción genérica (aguas, breas, bases, lubricantes, colas, disolventes, envases, sedimentos, cabezas, carbones activados, catalizadores, jales, lodos, soluciones, tierras y otras), el proceso industrial que les da origen y las características que los hacen peligrosos (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y carácter biológico-infeccioso).

Por otra parte, la infraestructura y los sistemas de manejo en operación son sumamente precarios. Dada la desproporción que guarda el volumen creciente de residuos peligrosos generados con respecto a las capacidades existentes de manejo, vigilancia y control, con frecuencia se observa una disposición clandestina en tiraderos municipales, barrancas, derechos de vías de carreteras, drenajes municipales o cuerpos de agua nacionales. Se estima que esta última opción es la que predomina, considerando que cerca del 90% de los residuos peligrosos adoptan estados líquidos, acuosos o semilíquidos, o bien se solubilizan y/o mezclan en las descargas de aguas residuales.

La contaminación de sitios o terrenos es otro grave problema acarreado por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos; esta situación, conlleva importantes afectaciones al ambiente, sobre todo al subsuelo y a los mantos acuíferos, cuya remediación implica costos sumamente elevados.

En los países industrializados, las normas y regulaciones aplicables a la generación y manejo de este tipo de residuos son cada vez más estrictas y, por lo tanto, se observa una escalada exponencial de los costos asociados a un manejo ambientalmente seguro. En la actualidad, se estima que disponer adecuadamente de una tonelada de residuos peligrosos a través de sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, confinamiento controlado, neutralización, reciclaje o incineración cuesta entre 80 y 1500 dólares. Si tomamos en cuenta que en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) se generan cada año más de 400 millones de toneladas de este tipo de residuos, podremos intuir la magnitud del problema y su significado, que incluye, desde luego, un mercado actual y potencial de proporciones gigantes para empresas dedicadas al manejo de residuos peligrosos. Los giros del sector industrial y su distribución en nuestro país, que se consideran prioritarios en relación con los residuos peligrosos que pueden generar, se indican en el Cuadro 1.2. Finalmente, en el Cuadro 1.3, se presenta el incremento que se espera para dichos giros

prioritarios del sector industrial, durante el período 1994-2000; lo cual obviamente conlleva a esperar también, un incremento en la producción de residuos peligrosos en dicho período.

En relación a los movimientos transfronterizos, es importante mencionar que al incrementarse los costos del manejo de residuos peligrosos dentro de los mercados nacionales, se han creado condiciones económicas para el movimiento transfronterizo que trata de aprovechar diferencias de precio, las cuales tienen que ver con las distintas capacidades instaladas de tratamiento, reciclaje, confinamiento o incineración presentes en cada país; inversiones compartidas en instalaciones de tratamiento; existencia de mercados de materias primas secundarias producto del reciclaje o la recuperación; costos relativos de transporte, incluyendo la posibilidad de enviar residuos hacia instalaciones más cercanas a la fuente en territorio de países vecinos; economías de escala y distintas circunstancias normativas y de identificación de responsabilidades a futuro. Dentro de este movimiento lícito, frecuentemente, los residuos peligrosos que se exportan e importan son aquellos cuyo manejo resulta sumamente costoso.

Obviamente, la opción más barata es tirar los residuos peligrosos en sitios en donde no existan las capacidades regulatorias que lo impidan, lo que reduce el costo de manejo solo al de su transporte. Esta es la causa de un creciente tráfico ilícito de residuos peligrosos hacia países y regiones subdesarrolladas, donde provocan enormes daños a los ecosistemas y a la salud humana.

No obstante, es necesario reconocer que la importación de residuos puede ser una fuente valiosa de materiales secundarios, que impida la explotación de recursos naturales escasos o muy costosos, y que sustituya insumos vírgenes cuya extracción y utilización puede provocar impactos ambientales considerables (chatarras, minerales, aceites y lubricantes usados, solventes gastados, esconas

metálicas, polvos de instalaciones siderúrgicas, plásticos, catalizadores usados, papel y cartón, etc.).

Cuadro 1.2 Gíros Prioritarios del Sector Industrial en relación con los residuos Peligrosos que Generan

Productos de Plástico
Química Básica
Refinación de Petróleo
Petroquímica
Maquinaria y Equipo Automotriz
Textil
Editoriales e Imprentas
Equipo Electrónico
Productos Metálicos
Productos Químicos
Cemento
Hierro y Acero
Materiales de Arcilla para Construcción
Metales no Ferrosos
Bebidas

**Cuadro 1.3 Crecimiento Proyectado 1994-2000
de los Giros Prioritarios**

Giros	%
Productos de Plástico	7.9
Química Básica	3.9
Refinación de Petróleo	3.5
Petroquímica	3.3
Maquinaria y Equipo	10.6
Automotriz	11.7
Textil	3.1
Editoriales e Imprentas	2.4
Equipo Electrónico	9.6
Productos Metálicos	6.7
Productos Químicos	6.9
Cemento	5.5
Hierro y Acero	3.0
Materiales de Arcilla para Construcción	7.1
Metales no Ferrosos	2.2
Bebidas	5.1

2. Estrategias Generales para el Desarrollo de una Nueva Política Nacional para el Control de los Residuos Peligrosos.

El desarrollar una política adecuada para el control de los residuos peligrosos, no es tarea fácil. El tomar decisiones al respecto, tiene implicaciones técnicas, económicas y jurídicas, que necesariamente deben ser tomadas en cuenta, en su justa dimensión. Conviene recordar que los residuos peligrosos, pueden adoptar una amplia gama de estados físicos, así como contener una enorme diversidad de compuestos químicos, que dependiendo de su grado de concentración y características intrínsecas, adquieren diferentes niveles de afectación potencial. La naturaleza de los residuos peligrosos es muy diversa, pues dependen del tipo de industria que los genera; de hecho, dos empresas que fabrican el mismo producto, pueden generar residuos diferentes, tanto cualitativa como cuantitativamente, en función del proceso que apliquen.

Por otro lado, conviene recordar que al igual que en todo el mundo, en nuestro país también se está dando un fenómeno que esta propiciando nuevas formas de enfrentar de manera más consciente la problemática relacionada al manejo de los residuos peligrosos.

El hombre parece haberse dado cuenta que no vive aislado de sus semejantes y que una acción suya, puede repercutir de manera desfavorable, no solo en su espacio inmediato, sino también a nivel regional y mundial.

Contribuye también para ese cambio de actitud, una acción positiva del sector privado particularmente de las industrias, las cuales buscan una imagen ecológica y ambientalmente compatible, estimulada aún más en los últimos años, por las normas de calidad de la serie ISO 9000 y muy pronto, por la nueva serie ISO 14000.

Hay que considerar también, que el manejo ordenado de los residuos peligrosos, incluye ciertos aspectos económicos relacionados con los montos de inversión necesarios, sin olvidar los costos de producción agregados, para reducir el impacto ambiental de la industria. Estos costos se reflejan naturalmente, en la rentabilidad de las empresas y sobre todo en su factibilidad técnico-económica.

En consecuencia, hay que hacer compatibles el cumplimiento de la legislación ambiental de cada país o región, con la capacidad de pago de quien contamina, para corregir o evitar la afectación que sus residuos pueden causar al medio ambiente.

Tomando en cuenta lo anterior, el desarrollo de una nueva política en materia de residuos peligrosos, debe considerar los siguientes lineamientos:

Lineamientos Básicos para el Control de Residuos Peligrosos

- Promover la minimización de la cantidad y volumen de residuos peligrosos y los riesgos inherentes a su manejo y disposición final, básicamente, incentivando cambios hacia procesos y tecnologías cada vez más "limpios".
- Fomentar la recuperación de material secundario, principalmente para su reciclaje o su disposición final controlada cuando tal reciclaje no sea posible o económicamente viable.
- Asegurar una adecuada internalización de los costos ambientales que representa lograr de manera gradual, pero constante, la calidad ambiental total, mediante la maximización de los beneficios que para la competitividad industrial y la protección ambiental pueden significar una regulación moderna y costo-eficiente.

- Favorecer la participación y coordinación estrecha entre la autoridad regulatoria y las empresas involucradas en el manejo y disposición de residuos peligrosos y, en general, la participación de la sociedad dentro de modalidades flexibles y creativas que aseguren niveles de corresponsabilidad en la búsqueda de tales propósitos.
- Así, también, promover la adecuación y descentralización de la dotación institucional del país en la materia.

En este sentido, el Instituto Nacional de Ecología, con la participación de la sociedad en general, se propone realizar acciones que le permitan formular y desarrollar las estrategias más adecuadas para el control de los residuos peligrosos, en el marco de una nueva política ambiental de amplia participación y mayor compromiso con la sociedad; tratando de proteger la biósfera, privilegiar el uso eficaz de recursos humanos y naturales, sin olvidar el desarrollo de tecnologías más limpias y competitivas que se conformen en el respeto a la equidad social; todo ello con el fin de establecer la transición hacia un desarrollo social sustentable.

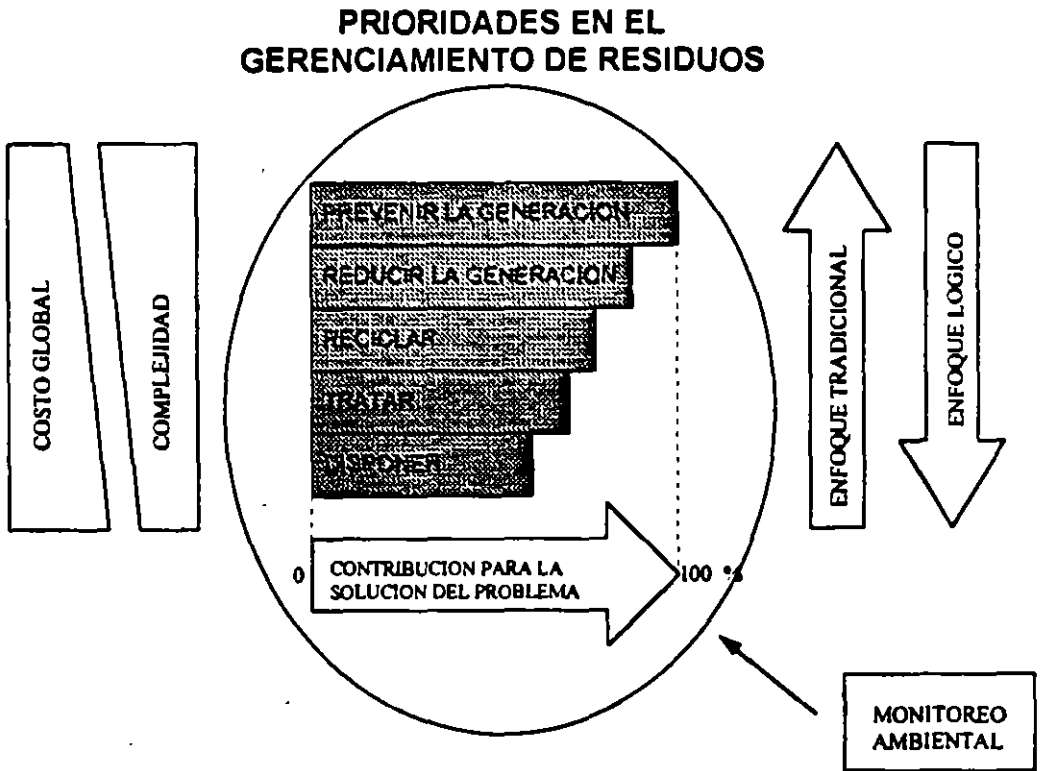
Para configurar las estrategias en cuanto a los residuos peligrosos, se han delineado una serie de Políticas de Gestión, las cuales se mencionan a continuación:

- Fortalecimiento del marco jurídico.
- Minimización y reciclaje de residuos.
- Descentralización y desconcentración de funciones.
- Fortalecimiento de la gestión Federal, Estatal y Municipal.
- Promoción y desarrollo de infraestructura y servicios para el control de los residuos.
- Participación activa en acuerdos internacionales.
- Promoción y Racionalización de apoyos externos.
- Fortalecimiento de los vínculos estado-sociedad.
- Fortalecimiento de los mecanismos para la gestión de riesgo ambiental.

Es evidente que en el marco definido por las políticas antes mencionadas, deben orientarse las prácticas para el manejo de los residuos peligrosos, de acuerdo con el paradigma que privilegia las acciones de minimización y tratamiento de los residuos, sobre las orientadas a confinarlos, como se muestra en el Cuadro 2.1, "PRIORIDADES PARA EL GERENCIAMIENTO DE LOS RESIDUOS", el cual permite visualizar distintas formas de abordar el control de los residuos

peligrosos, comparando las soluciones adoptadas en cuanto a sus costos presentes y futuros.

Cuadro 2.1



La solución más racional es, sin duda, evitar la generación del residuo, por medio de la aplicación de las llamadas "tecnologías limpias", que posibilitan la corrección del problema en su origen. Esta solución es posible de ser adoptada, en industrias nuevas o en aquellas que sustituyen sus instalaciones productivas por otras más modernas.

En el otro extremo de la gama de soluciones posibles, está el tradicional manejo que se les da a los residuos peligrosos, a través de tecnologías de tratamiento y reciclaje. En esta solución, de costo aparentemente más reducido, no se considera todavía el costo diferido de la rehabilitación futura de áreas que pueden contaminarse con los materiales desechados y que constituyen un pasivo ambiental para la fuente generadora del residuo.

Las diferentes prioridades para el control de los residuos peligrosos, se ejemplifican a continuación:

a). Prevención de la generación

La prevención de la generación de residuos es una posibilidad bien concreta a considerar en la implementación de nuevas industrias o de sectores nuevos en industrias existentes. En efecto, si se trata de una industria que intenta exportar sus productos, el empleo de tecnologías limpias, es decir, tecnologías que posibilitan una producción sin generación de residuos, va a facilitar la certificación futura de esta industria por el sistema de normas ISO 14000. Esas normas, que todavía están en redacción, muy pronto se considerarán indispensables para los productos de exportación generados por industrias potencialmente contaminantes. Es el caso de las industrias de celulosa y papel, fundiciones, industrias químicas y mineras.

b). Reducción de la generación

La reducción de la generación se alcanza normalmente por dos vías: o bien se utilizan materias primas e insumos más puros y adecuados que generen menos desechos, o se instalan sistemas de control de producción que reduzcan los desperdicios innecesarios. Además, los Programas de Calidad Total (TQM)

adoptados por las industrias como si fuera una nueva moda, si bien se orientan hacia la calidad del producto, contribuyen también para la calidad ambiental, cuando reducen las pérdidas de materiales en la producción.

c). Reciclaje de los residuos

El reciclaje es otro enfoque aplicable a los residuos peligrosos generados por algunas industrias. Gracias al reciclaje de ciertos materiales contenidos en los residuos, es posible absorber por lo menos una parte de estos costos a través de la valorización de subproductos. Se logra así una ganancia adicional para la empresa generadora del residuo y se reducen consecuentemente sus costos totales con la protección ambiental.

En muchos casos es posible la reutilización interna de residuos que, después de pasar por un proceso de purificación, pueden utilizarse como materias primas o ser empleados en trabajos con mucho menos riesgo.

d). Tratamiento de los residuos

Los tratamientos físico-químicos de residuos peligrosos, incluyendo la incineración, son otra posibilidad para reducir la cantidad de materiales contaminados para los cuales no es posible aplicar las soluciones antes descritas. La refinación de los aceites lubricantes, es a la vez un procedimiento muy común de reciclaje, así como una solución que permite concentrar en los lodos de tratamiento, los metales pesados y otros contaminantes contenidos en el aceite descartado, reduciéndose así el volumen total del residuo a disponer.

Por otra parte, la incineración de residuos peligrosos puede hacerse a través de incineradores especializados para ello, o bien mediante los hornos de cementeras. En México, los primeros pertenecen a grandes industrias químicas

que los instalaron para tratar sus propios residuos, disponiendo en la actualidad de una capacidad libre para incinerar residuos de terceros. Sin embargo, para el caso particular de los PCBs y otros residuos peligrosos, se requieren incineradores mucho más eficientes.

Debido a los elevados costos de inversión que se erogaron para instalar incineradores de residuos peligrosos, esas industrias intentan ahora resarcirse, vendiendo servicios de incineración a precios más competitivos.

Como alternativa para la incineración de residuos peligrosos, los hornos de cementeras son todavía una solución nueva pero sumamente interesante. En esos hornos se pueden incinerar principalmente residuos combustibles, que colaboran con energía térmica en el proceso de producción del cemento.

e). Confinamiento de los Residuos

Finalmente, la solución aparentemente más simple y a la vez más económica, son los confinamientos controlados, los cuales representan una alternativa para destinar las cenizas de los incineradores y algunos residuos que no tienen ninguna posibilidad de reciclaje o tratamiento.

En el Cuadro 2.1, se esquematiza una concepción moderna del tratamiento de residuos, mostrando las posibilidades que se presentan hoy en día, para el manejo de los residuos peligrosos, con el objetivo de disminuir su flujo hacia las etapas posteriores de manejo.



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 10: RECICLAJE DE RESIDUOS METALICOS

QUIM. GUSTAVO MARCOVICH

RECICLAJE DE RESIDUOS METÁLICOS

La producción de acero con horno de arco eléctrico

El proceso de producción de acero es un caso típico de reciclaje de residuos metálicos. Cuando el acero cumple su ciclo se convierte en chatarra, es decir en un desecho que puede ser reutilizado a través de un Convertidor Básico de Oxígeno, de un horno Siemens-Martin o, el más utilizado, un horno de arco eléctrico (HAE) para producir acero líquido.

Se denomina acero a las aleaciones de hierro con ciertos reactivos que le confieren propiedades especiales. El proceso general para producir acero es el siguiente:

- carga de la materia prima
- fusión de la carga
- refinación para eliminar impurezas y conseguir el contenido de carbón deseado
- adición de los elementos aleantes requeridos.

Horno de Arco Eléctrico (HAE)¹

En los hornos de arco eléctrico, la materia prima, -chatarra de acero, hierro esponja o su mezcla-, se funde por el calor que se genera cuando la corriente eléctrica pasa entre dos electrodos de carbono o grafito (arco eléctrico). Para alcanzar el intervalo de temperatura (1,400-1,620°C), no solamente se crea el arco eléctrico, suministrando energía eléctrica, sino que se utiliza el calor de la combustión, introduciendo al horno una corriente de oxígeno y, en ocasiones, de gas natural.

Este tipo de hornos pueden utilizar hasta 100% de chatarra en la carga; a diferencia del horno de hogar abierto y de los convertidores, que requieren grandes cantidades de arrabio o lingotes de hierro. La industria acerera que utiliza HAE recicla varios millones de toneladas de productos usados de acero que, de otra manera, serían desechados como basura.

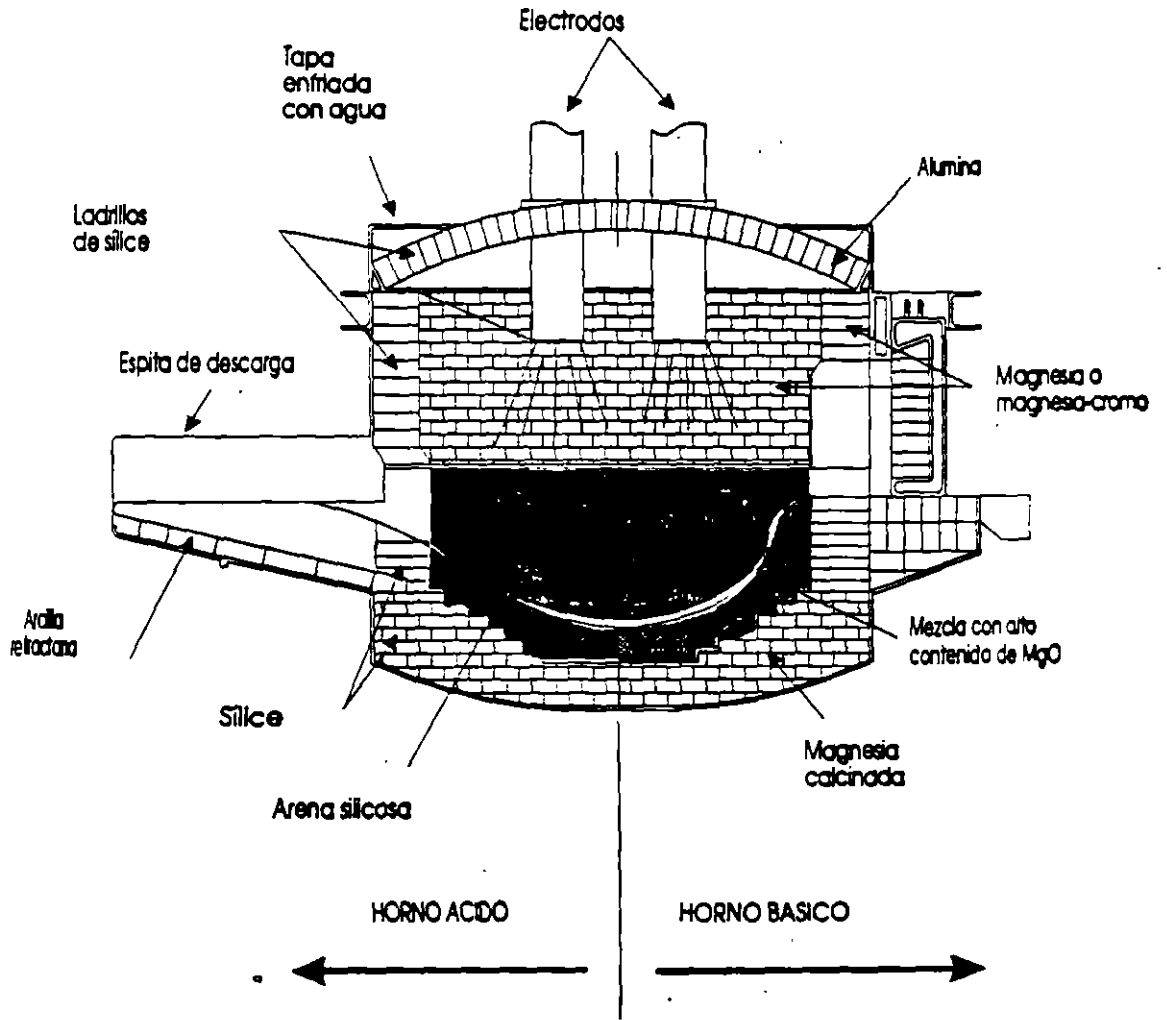
Los hornos de arco eléctrico se clasifican en dos, según la clase de revestimiento de su solera² (Figura 1):

- A. Horno básico**, es el más utilizado para fabricar aceros de calidad. Su solera está preparada con magnesita o dolomita. Puede utilizar todo tipo de chatarra.
- B. Horno ácido**, con solera de arena silicosa. Se usa casi exclusivamente para fabricar piezas de acero moldeado. Requiere chatarra cuidadosamente seleccionada y materias

¹ McGannon, H. E. (1970) Págs. 507-33, 548-83 y 632-39.

² Apraiz, J. (1978) Págs. 502-503.

Figura 1 Esquema del HAE básico y ácido*



primas con bajo contenido de fósforo y azufre. El proceso es más rápido que en el horno básico y la pérdida de hierro es menor.

Control ambiental en las acerías con HAE

El impacto ambiental producido por la industria siderúrgica, especialmente durante su operación, merece atención por el elevado consumo de agua, energía y materias primas; los efluentes gaseosos, líquidos y sólidos que produce (algunos de relevancia por la cantidad y otros por el contenido de sustancias tóxicas) y los impactos que dichos efluentes pueden producir en el ambiente, de no ser controlados satisfactoriamente.

Durante el proceso de fundición de la chatarra metálica en los HAE se generan materiales secundarios (escoria, óxidos metálicos molidos y polvo) ricos en metales y subproductos. A partir de 1960, se comenzó a recolectar y eliminar el polvo producido por estos hornos mediante un venteo directo a través del techo del horno. Sin embargo, este sistema no puede prevenir las corrientes secundarias que se generan cuando el horno está abierto durante la carga y, en menor grado, cuando se cierra. Estas corrientes secundarias representan aproximadamente un 15% del total del polvo generado. Debido a esto, en instalaciones nuevas y en algunos HAE existentes se han construido "cercas" que permiten la recolección casi total del polvo.

La chatarra está contaminada con diversos materiales que producen impurezas en el acero y la generación de una gran cantidad de desechos en forma de escoria, polvo y humo.

Características del polvo residual

El polvo generado en la producción de acero en hornos de arco eléctrico (de 10 a 30 kg de polvo por tonelada de acero) está conformado por partículas de tamaño extremadamente fino. Esto es consecuencia de la evaporación de los metales en el interior del horno, su posterior reacción con el oxígeno que contiene la atmósfera del mismo y la condensación de los óxidos formados en núcleos pequeñísimos.

La evaporación de los óxidos de los metales se debe a los siguientes factores: 1) las altas temperaturas que se generan en el interior del horno, 2) la volatilidad del zinc, cadmio y plomo a la temperatura de fundición del acero, y 3) las reacciones rápidas entre el oxígeno y los metales en estado gaseoso debido a las altas temperaturas y la gran superficie de contacto entre las especies reaccionantes.

La composición química del polvo está relacionada exclusivamente con la calidad de la chatarra utilizada como materia prima y con los elementos aleantes añadidos durante el proceso de fundición del acero; se produce más polvo mientras más chatarra oxidada o ferrosa se utilice. No se ha encontrado ninguna relación entre la

composición química de los polvos y factores tales como el tamaño del horno, el sistema de captación de polvos u otros.³

Aunque la composición del polvo de acería es muy variable (Tabla 1), es posible distinguir dos tipos de polvo: los generados en la fabricación de "aceros especiales", donde la chatarra es clasificada previamente y la adición de compuestos aleantes se da en función del tipo de acero a fabricar, y los polvos procedentes de la fabricación de "acero común", que utiliza chatarra con más impurezas (procedente, por lo general, de galvanizados) de menor costo y con mayor contenido de carbono, zinc y plomo.⁴

Tabla 1 Composición elemental del polvo de HAE (% en peso)^{5,6,7 y 8}

Elemento	Intervalo	Promedio ⁹
Aluminio	0.2-0.32	0.26
Arsénico	0.05-0.1	0.075
Azufre	0.36-2.5	1.45
Cadmio	0.01-0.1	0.037
Calcio	2.8-12.8	3.9
Carbono	0.4-2.0	1.2
Cloro	1.0-4.6	2.3
Cobre	0.2-0.5	0.34
Cromo	0.3-0.4	0.35
Estaño	0.06-1.0	0.08
Flúor	0.9-2.0	1.45
Hierro	19-35	26.5
Magnesio	0.6-2.0	1.3
Manganeso	2.5-4.0	3.12
Níquel	0.06-0.1	0.08
Plomo	1.5-7.0	4.6
Potasio	0.4-2.0	1.2
Silicio	1.0-3.4	2.37
Sodio	0.5-2.2	1.3
Zinc	15-38	23.0

La forma predominante de las partículas es de espinela, cuya estructura cristalina presenta parámetros de composición semejantes a los de la magnetita (Fe_3O_4) o zinc ferrita ($ZnFe_2O_4$). El polvo también contiene óxido de zinc (ZnO) y Fe_2O_3 .

³ Little, A.D. (1993). Pág. 2-1.

⁴ Andrés A. Pág. 473.

⁵ Goodwill, J.E. (1990). Pág. 92.

⁶ Hepworth, M.T. (1993). Pág. 424.

⁷ Frenay, J. (1987). Pág. 172.

⁸ Andrés, A. (1994). Pág. 406.

⁹ El promedio se obtuvo a partir de los datos contenidos en los cuatro artículos mencionados.

En resumen, el polvo de HAE se puede describir como una colección de aglomerados de partículas finísimas y químicamente muy complejas¹⁰.

La Tabla 2 resume la información básica sobre los usos y peligros asociados con los constituyentes metálicos encontrados en los polvos de HAE.

Tabla 2 Usos de los metales encontrados en el polvo de HAE y riesgos en la salud asociados¹¹

Metal	Usos comunes	Descripción del peligro
Plomo	Baterías, soldaduras, municiones	Toxina aguda y crónica. Síntomas: disfunciones nerviosas y renales; daño cerebral.
Cadmio	Baterías, pigmentos, plásticos	Toxina aguda y crónica. Síntomas: náuseas y dolor abdominal; relacionado con males renales, males cardíacos, enfisema; posible cancerígeno.
Cromo	Aleaciones, cromado	La forma hexavalente es tóxica; es un carcinógeno Clase A; ecotoxina.
Zinc	Aleaciones	Bajo riesgo de toxicidad en humanos; ecotoxina

Legislación referente al polvo de HAE

El polvo generado en el proceso de fabricación de acero en los hornos de arco eléctrico es catalogado por varias legislaciones ambientales como residuo peligroso. A continuación se exponen brevemente lo concerniente a dicho polvo en las legislaciones Estadounidense, Canadiense, Alemana y Mexicana.

A. Legislación estadounidense

Los materiales como la chatarra están exentos de la regulación para desechos peligrosos del Subtítulo C cuando son reutilizados¹².

En la lista (261.32, del subapartado D) del Código Federal de Regulaciones (Code of Federal Regulations U.S.EPA, CFR) para desechos peligrosos de fuentes específicas se incluye a los "polvos/lodos emitidos en la producción primaria del acero en hornos de arco eléctrico", codificándolos como "tóxicos" (T) con el número K061.¹³

El control de emisiones de los desechos de HAE cumple con las características para inflamabilidad, corrosividad y reactividad, pero no con las de toxicidad¹⁴. En el Título 40, Capítulo 1, Apéndice VII del Apartado 261 "Bases para el Listado de Desechos Peligrosos",

¹⁰ Little, A.D. (1993). Pág. 2-1.

¹¹ U.S.EPA (1993). Pág. 28.

¹² U.S.EPA (1994). Pág. 2.

¹³ EPA (1989). Pág. 433.

¹⁴ Kneess, T.F. Pág. 2.

del mismo Código, se justifica la clasificación de los polvos de acería (K061) como desechos "tóxicos" por la cantidad de compuestos de cromo, plomo y cadmio que contienen.¹⁵

El agua de desagüe de los confinamientos que almacenan polvo de HAE puede penetrar y contaminar el sistema de agua subterránea. Es por esto que el polvo de HAE debe ser manejado, transportado, almacenado y dispuesto de tal forma que satisfaga los requerimientos de las leyes federales y estatales.

La EPA ha determinado los niveles característicos de toxicidad EP para ocho metales: arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, selenio y plata. En el caso específico de una prueba de lixiviación para una muestra del desecho K061, los constituyentes que interesa verificar son el plomo, cadmio y cromo¹⁶ (Tabla 3).

Tabla 3 Máxima concentración de contaminantes permitada · lixiviado de la prueba "Extraction Procedure" para el polvo de HAE

Código USEPA	Parámetro	Conc (mg/L)
D006	Cd	1.0
D007	Cr	5.0
D008	Pb	5.0

B. Legislación Canadiense¹⁷

De acuerdo con la "Transportation of Dangerous Goods Regulation" de Canadá¹⁸, incluida dentro del "Transportation of Dangerous Good Act", los polvos de acería están clasificados dentro del Grupo 6 (sustancias venenosas o tóxicas e infecciosas), apartado 1 para polvos/vapores "toxicidad por inhalación", Prueba LC50 < 2000 mg/m³.

C. Legislación Alemana

El Ministerio Federal Alemán del Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear ha establecido en el Apéndice C de la "Segunda Acta de Disposiciones Administrativas Generales sobre la Prevención y Manejo de Residuos (TA Abfall)"¹⁹ un catálogo de residuos que requieren supervisión particular. En Dicho catálogo, el polvo procedente de acerías está codificado con el número "312 15". El número "3" corresponde a residuos minerales, el "31" a residuos minerales no metálicos, el "312" a polvos y escorias de

¹⁵ Little, A.D. (1993). Pág. 2-3.

¹⁶ Little, A.D. (1993). Pág. 2-3.

¹⁷ Phyper, J.D. (1991). Págs. 103-135.

¹⁸ (TDGR)SOR/85-77.

¹⁹ Joint Ministerial Gazette (1990). Pág. 170.

la industria metalúrgica y el número completo "312 15" a polvos provenientes de los filtros de hornos de fundición de acero.

D. Legislación Mexicana

La Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-052-ECOL/93 (de 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) considera como residuo peligroso tóxico²⁰ a los lodos y polvos que proviene del equipo de control de emisiones de los hornos eléctricos utilizados en la producción de hierro y acero (Núm. INE RP2.7/03²¹).

OPCIONES PARA EL MANEJO DEL POLVO RESIDUAL DEL HAE

En la actualidad existe un gran interés por los tratamientos físicos y químicos del polvo generado en los hornos de arco eléctrico (HAE). Los objetivos principales de tales tratamientos son recuperar los metales valiosos, transformar los desechos en no peligrosos y obtener productos de uso benéfico.

Antes de la incorporación de los polvos residuales de HAE a la lista de desechos peligrosos de la EPA (1988), la práctica más frecuente en los EEUA era su disposición en rellenos sanitarios.²² El polvo con alto contenido de zinc (> 25% en peso) era vendido a productores de fertilizantes o a empresas recuperadoras de zinc. Sin embargo, en los últimos años, el gobierno de EEUA endureció las medidas para la operación de confinamientos con el objeto de promover la minimización de residuos peligrosos y evitar la disposición de éstos en el suelo. De esta forma, los costos se elevaron de manera significativa por lo que muchos confinamientos cerraron sus instalaciones al no poder ajustarse a las nuevas disposiciones. A partir de entonces, aumentó considerablemente la búsqueda de alternativas para el manejo del polvo de HAE, para lo cual el gobierno de Estados Unidos canalizó importantes incentivos económicos.

En contraste con los constituyentes orgánicos de los desechos peligrosos, los componentes metálicos peligrosos de los desechos metalíferos no pueden ser destruidos²³; sólo pueden ser reusados o estabilizados y confinados.

No todos los desechos peligrosos metalíferos son recuperables. Algunos no pueden ser recuperados o reusados debido a que el contenido del metal es muy bajo o por el contenido de cantidades significativas de impurezas o contaminantes que no pueden ser eliminados a causa de limitaciones económicas y/o técnicas. El problema principal con el polvo de HAE radica en que los elementos como el Zn y el Cr no pueden ser recuperados mediante procesos físicos típicos como flotación, separación por gravedad.

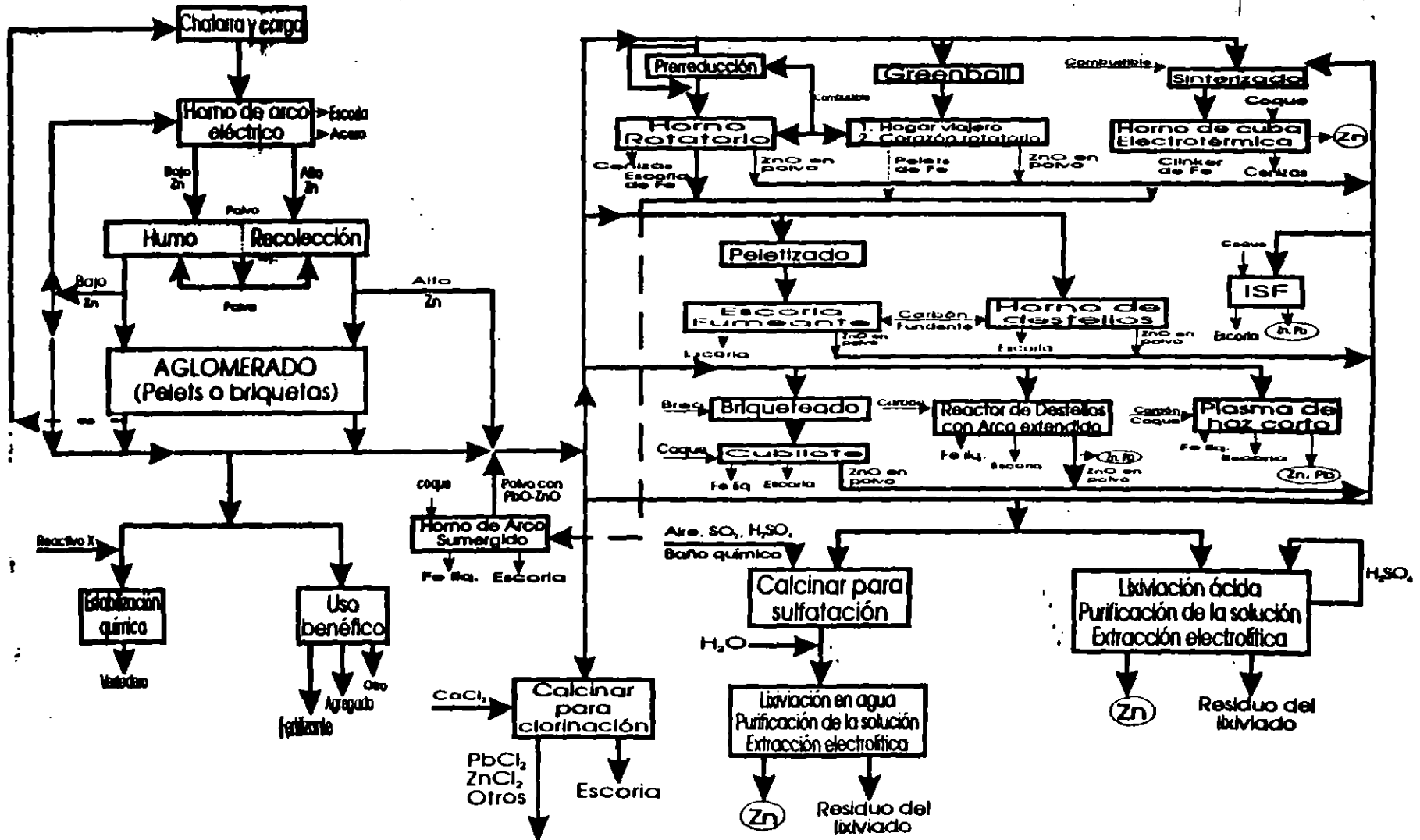
²⁰ Anexo 2, Tabla 1, Clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso, Inciso 2.8.

²¹ Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental (1993). Pág. 242.

²² Huskonen, W.D. (1989). Pág. 38.

²³ "destruir" significa romper los enlaces con lo cual se elimina la peligrosidad.

Figura 2 Opciones de tratamiento para el polvo de HAE^o



hidrociclones o separación magnética. Esta situación contrasta con la exitosa separación por hidrocicloneo de la fracción rica en zinc de los polvos de altos hornos.²⁴

En algunos casos, los constituyentes metálicos a ser recuperados pueden no ser los que hacen peligroso al desecho. En el polvo de HAE, por ejemplo, los principales elementos metálicos que se recuperan son el hierro y las aleaciones de zinc y níquel. El plomo y el cadmio, los principales constituyentes peligrosos del polvo, no suelen ser recuperados y son tratados posteriormente en otras operaciones o plantas.

En la actualidad existen muchas opciones para el tratamiento del polvo de HAE (Figura 2) la elección de una opción de tratamiento para el polvo de HAE no es fácil. Sin embargo, las opciones de manejo deben dar preferencia, en primer término, a la reducción y/o minimización de la generación; en segundo término, al reciclado y, por último, al tratamiento y la disposición segura del polvo.

Legislaciones referentes a los procesos de tratamiento del polvo HAE

Las regulaciones de la EPA definen reciclado como "el uso, reuso o utilización de un material (40 CFR §261.1(c)(7))" y a la "utilización" como la recuperación de un producto útil o la regeneración del mismo para su uso original (40 CFR §261.1(c)(4)). La "recuperación del metal" es definida como "la recuperación de los distintos componentes del material secundario como productos finales individuales (40 CFR §261.1(c)(5)(i))".²⁵ Un material secundario puede ser usado o reusado como ingrediente de un proceso industrial para obtener un producto o como un sustituto efectivo de un producto comercial. De esta manera, los desechos metalíferos pueden ser reciclados a través de la "utilización" o mediante el uso o reuso del material. Un ejemplo del uso o reuso, es la utilización del polvo de HAE como ingrediente en la producción de cemento o fertilizantes.

De acuerdo con la Regulación 309 de la EPA, un material reciclable no es considerado como residuo sino como materia prima, siempre y cuando sea utilizado totalmente en procesos relacionados con la agricultura o actividades industriales ajenas al manejo de residuos, a la combustión o a su disposición directa en suelos. De esta manera, los polvos de acena destinados a la producción de zinc son considerados como materia prima y no como residuos peligrosos.

Un incentivo relacionado con la industria acerera es la exención de la chatarra metálica, que será reutilizada, de la regulación del Subtítulo C (40 CFR §261.6(a)(3)(iv)). Esta exención se promulgó al enmendar la definición de desecho sólido en 1985 para asegurar que la chatarra a ser reutilizada no fuera inhibida por la regulación de la RCRA.²⁶ ..

²⁴ Little, A.D. (1993). Págs. 2-2 y 2-3.

²⁵ U.S.EPA (1994). Pág. 4.

²⁶ U.S.EPA (1994). Pág. 11.

En 1988, la U.S.EPA determinó que las siguientes opciones pueden ser consideradas como la Mejor Tecnología Disponible Demostrada (BDAT, Best Demonstrated Available Technology) para el tratamiento del polvo de HAE,²⁷

- Tecnología de estabilización para polvos con bajo contenido de zinc (< 15%, en peso).
- Tecnología de Recuperación de Metales a Alta Temperatura (HTMR, High Temperature Metal Recovery) para polvos con alto contenido de zinc (\geq 15%, en peso). Este tipo de tecnología incluye hornos rotatorios, eléctricos, de arco de plasma, con centro rotatorio o industrial, reactores de flama o escoria, o combinaciones de ellos. Además, se deben considerar las siguientes condicionantes:
 - a) el residuo del proceso HTMR puede usarse como base para carreteras o material antiderrapante; con lo cual se cumple con los estándares de tratamiento para cada constituyente peligroso en lo referente a la disposición en tierra (40 CFR 266.20); y
 - b) la escoria residual del "condensador splash", utilizado en los procesos HTMR, también se excluye de las regulaciones de residuos peligrosos si es enviado a tratamiento para recuperar el zinc.
- El polvo puede ser excluido de la lista de desechos peligrosos si:
 - a) no excede la concentración límite para 13 metales (arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, vanadio y zinc);
 - b) no exhibe ninguna característica de desecho peligroso; y
 - c) es dispuesto según lo indicado en las unidades del Subtítulo D (Municipal Solid Waste Landfills).

A partir de enero de 1992, la EPA no considera obligatorio el uso del método HTMR. Actualmente, las opciones reguladas en cuanto a procesos de tratamiento para el desecho K061 son:²⁸

- El polvo está exento de la regulación para desechos peligrosos (40 CFR 266.20) si se usa para preparar fertilizantes.
- Cualquier tecnología para el tratamiento de polvo puede ser usada si cumple con los requisitos establecidos en la Legislación.

La legislación mexicana actual considera los casos de tratamiento de una manera muy limitada. En la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Capítulo III, Artículo 134, Fracción III)²⁹, se establece que para prevenir y controlar la contaminación del suelo es necesario racionalizar la generación de residuos industriales e incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje.

De dicha Ley se infiere que el tratamiento de los residuos peligrosos está permitido ya que define el manejo como el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento.

²⁷ Little, A.D. (1993). Pág. 2-3.

²⁸ Little, A.D. (1993). Pág. 2-4.

²⁹ Gaceta Ecológica (1989). Pág. 25.

recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos; pero no incluye en forma específica a los polvos HAE.

Principales opciones

Las principales opciones para el tratamiento del polvo generado por los HAE que producen acero a partir de chatarra, son:³⁰

I. Tratamientos en el proceso de obtención de acero (en el sitio)

I.1. reciclaje

I.1.1 reciclaje con pretratamiento

I.1.2 reciclaje directo

II. Tratamientos independiente del proceso de obtención de acero (regional o en el sitio)

II.1 reuso

II.1.1 recuperación de metales y óxidos metálicos

II.1.2 fabricación de fertilizantes

II.1.3 fabricación de otros productos

II.2. solidificación/estabilización

II.3 confinamiento controlado (industrial o municipal)

El tipo de sistema (regional, en el sitio o una combinación de ambos) que puede ser apropiado para cada planta, está determinado por factores técnicos, económicos y geográficos.

I. Tratamientos en el proceso de obtención de acero (en el sitio)

El objetivo principal de esta opción es disminuir el volumen de polvo que se genera y la presencia de componentes tóxicos.

I.1 Reciclaje de polvos de HAE

Las tecnologías clasificadas dentro de este grupo son utilizadas para el reciclaje de polvos de acería en el sitio de su generación, con el fin de aprovechar su contenido en hierro. Sin embargo, con frecuencia resulta económicamente viable aumentar al máximo el contenido de zinc en los polvos de acería, ya que el costo final del reciclado se reduce gracias a que se manejan volúmenes menores y con un mayor contenido de zinc.³¹ Varias acerías reciclan

³⁰ Little, A.D. (1993). Págs. 2-3, 4-1 y 4-2.

³¹ Little, A.D. (1993). Pág. 6-1.

su polvo, con un contenido de zinc menor al 15%, mediante el retorno al proceso de fabricación de acero para elevar la concentración de óxido de zinc por encima del 50%. Mediante este proceso, la acería está en posición de vender el polvo de HAE como materia prima para las refinadoras de zinc metálico.³²

Las principales ventajas de los procesos de reciclado son los bajos costos de capital, la utilización de equipo existente en la planta, la relativa insensibilidad a la composición del polvo de HAE y la aplicabilidad tanto a pequeñas como grandes fundidoras.

Los procesos de reciclado se clasifican en:³³ a) reciclado con pretratamiento (que incluye los procesos de aglomerado y peletizado) y b) reciclado por inyección directa. Cada alternativa tiene sus ventajas y desventajas. El aglomerado requiere equipo especial para formar las *briquetas* por lo que, generalmente, resulta más caro que el peletizado; sin embargo, las briquetas tienden a poseer una mayor resistencia a la compresión y resultan más fáciles de introducir al horno que los pelets. La inyección directa, por otra parte, requiere que el material se encuentre seco (contenido de humedad inferior al 2-3%) y el polvo es más difícil de manejar, aunque resulta más eficiente que las otras dos alternativas y no requiere equipos aglutinantes ni de sinterizado.

Al margen de la opción utilizada, el reciclado directo no elimina los requerimientos relacionados con el manejo del polvo de HAE, sólo lo hace más atractivo (debido al contenido superior de zinc), a la vez que reduce el volumen a ser tratado.

I.1.1 Reciclado con pretratamiento

Con el objeto de reducir el volumen de los polvos generados, se han diseñado varias opciones para su reciclado, entre ellas el aglomerado (briqueteado) y el peletizado. El aglomerado requiere equipo especial que, en la mayoría de los casos, resulta más caro que el usado para formar pelets.

Aglomerado

La aglomeración no altera la composición química del polvo y sólo puede ser aplicada en polvos con bajo contenido de impurezas. Al regresar el polvo al horno en forma de aglomerado, como parte de la carga que será fundida, se obtiene un polvo enriquecido en metales pesados cuyas características dependen de las composiciones y cantidades de polvo y la chatarra cargados.

Actualmente, varias compañías recolectan sus polvos de HAE, los procesan en aglomerados y los reciclan a sus unidades de proceso. Un ejemplo de este proceso es el utilizado por ISI.

³² Huskonen, W.D. (1989). Pág. 39.

³³ Little, A.D. (1993). Pág. 6-1, 6-6 y 6-7.

• Proceso ISI³⁴

La International Solidification Inc. (ISI) ofrece un proceso de solidificación para tratar los polvos de HAE. En este proceso, se mezclan polvos de HAE, escorias de fundición, cascarillas de óxido de hierro y limaduras de hierro junto con agentes aglutinantes especiales, hasta formar una masa homogénea que se deja curar. Posteriormente, se tritura y se usa como fundente en los hornos de arco eléctrico.

Peletizado

La Figura 3 muestra el esquema de las operaciones de peletizado/reciclado del polvo de HAE. Cuando se compara con los costos de relleno sanitario, el reciclado por este método resulta económicamente atractivo, en especial para plantas grandes.

Este proceso es capaz de procesar una gran variedad de composiciones de polvo y sólo utiliza polvo de HAE y agua, sin producir corrientes residuales contaminantes. La Figura 4 ilustra el proceso de peletizado de las instalaciones de Green River. Las operaciones de peletizado se llevan a cabo en un lugar cerrado y los pelets producidos se almacenan en tambores de cartón o cajas de madera forradas con polietileno.

La composición de los pelets es el parámetro más importante que afecta su calidad. Afortunadamente, las variaciones en el tamaño (<1/4 de pulgada a >3/4 de pulgada) no afectan la eficacia del reciclado.³⁵

I.1.2 Inyección directa

La inyección al fundido involucra el reciclado del polvo de HAE directamente al horno. Este tipo de proceso resulta atractivo porque reduce los costos de capital que requieren el proceso de aglomeración y el de peletizado. Entre los métodos de inyección directa destacan el de inyección fundida y el de inyección neumática.

• Inyección Fundida

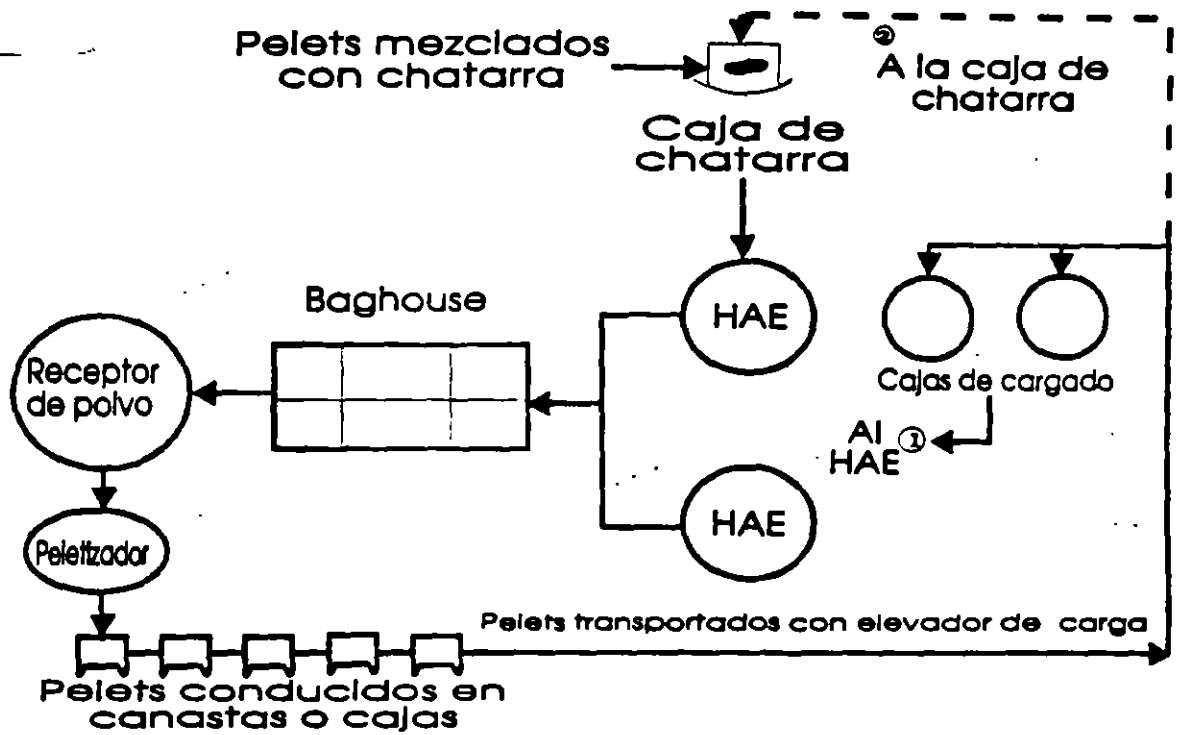
La compañía Armco instrumentó, desde principios de la década de los ochenta, la inyección fundida en sus plantas de Houston y Kansas. El proceso consiste básicamente en introducir el polvo de HAE directamente al baño de hierro fundido.

Durante sus experiencias en la planta de Houston, la concentración de zinc en los polvos fue creciendo paulatinamente, desde 1-2% hasta alcanzar un máximo de 40%. Después de la inyección al baño, los componentes volátiles del polvo se vaporizan, se oxidan y se colectan en una casa de bolsas separada. Después de varios ciclos, la concentración de zinc se mantiene aproximadamente entre 30 y 35%. Posteriormente, se descubrió que la concentración de zinc no seguía creciendo debido a que el exceso de zinc empezaba a

³⁴ Little, A.D. (1993). Pág. 6-2.

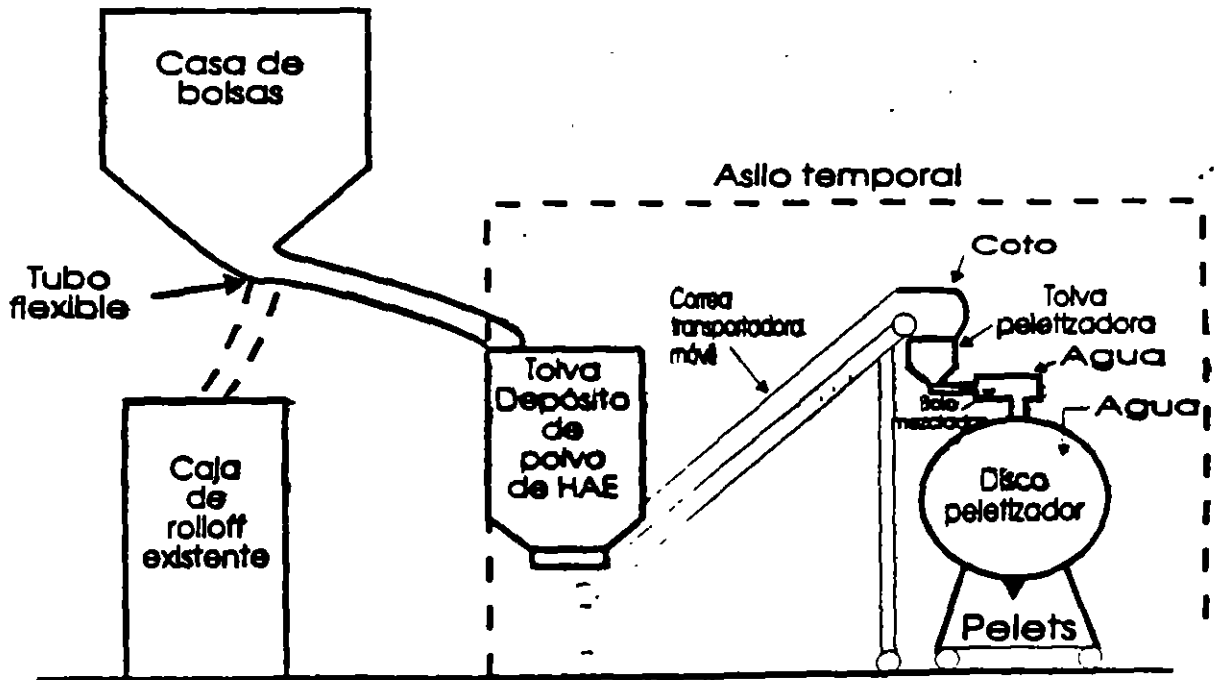
³⁵ Krishnan, E.R. Pág. 78.

Figura 3 Esquema de las operaciones de peletizado/reciclado del polvo d



Krishnan, E.R., pág. 80.

Figura 4 Diagrama de flujo del proceso de peletizado de polvo*



*Krishnan, E.R., pág. 79

escapar hacia la atmósfera, se depositaba en la superficie de los electrodos del horno, y se concentraba en el acero y la escoria.

Finalmente, Armco desechó la tecnología de inyección directa, principalmente, porque se incrementaban de manera importante los tiempos de fundición del acero y el consumo de electricidad (50 kW/t) y los electrodos del HAE se dañaban por el recubrimiento de zinc.

- Inyección neumática (Proceso Dustinel Voest Alpine Inc.)³⁶

El proceso consiste en inyectar neumáticamente los polvos al horno a través de electrodos huecos. La Figura 5 muestra el diagrama de flujo del proceso DUSTINEL. Para la conducción de los polvos se utiliza gas natural, el cual se descompone durante el trayecto en carbón e hidrógeno. Ambos elementos funcionan como agentes reductores del polvo. Puede inyectarse simultáneamente polvo de carbón para ajustar el balance de calor y reducir la cantidad de escoria producida. El polvo de HAE con el contenido de zinc enriquecido se procesa posteriormente en plantas regionales.

La inyección neumática requiere un secado previo del polvo (2-3% de humedad), pero tiene la ventaja de no que requiere ningún tipo de aglomerante ni equipo de sinterizado.

II. Tratamientos independientes del proceso de producción de acero (en el sitio o regional)

II.1 Reuso

II.1.1 Recuperación de metales y óxidos metálicos

La recuperación de metales busca mantener los metales en el flujo comercial (reuso) a la vez de minimizar la disposición en suelos o directamente al ambiente. De los metales pesados presentes en el polvo de HAE, el zinc generalmente es el elemento que más se recupera debido a la cantidad en que se presenta y a su valor económico. Sin embargo, la recuperación de otros elementos, en especial el hierro y el plomo, resulta de gran importancia.

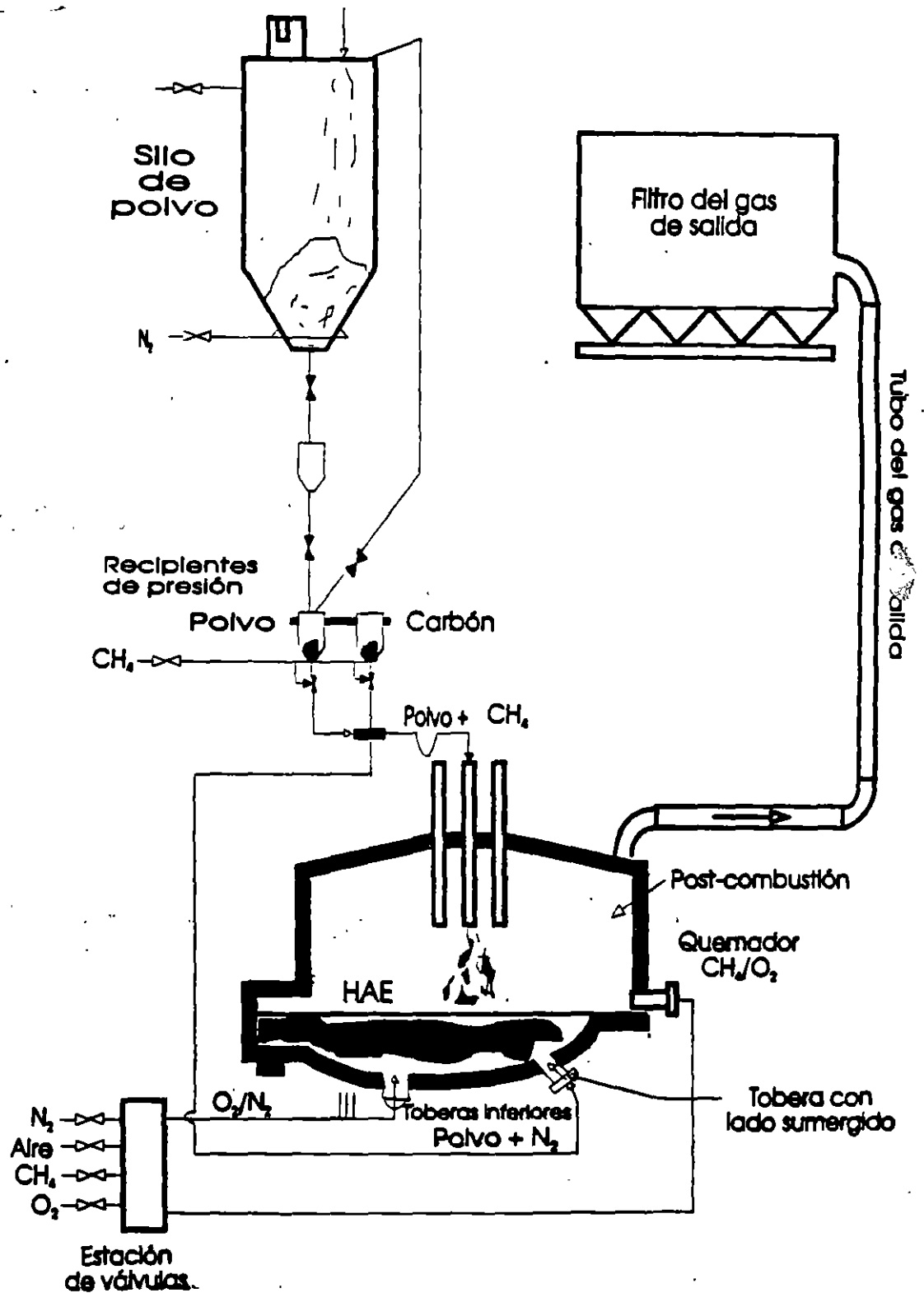
Las tecnologías incluidas en esta clasificación se dividen en procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos:

Los principales procesos pirometalúrgicos son:

- Proceso Waelz kiln.
- Zia Inclined Rotary Reduction System.
- Procesos de Plasma.

³⁶ Little, A.D. (1993). Pág. 6-6.

Figura 5 Proceso DustInel'



- **Proceso INMETCO.**
- **Horno Eléctrico Elkem.**
- **Reactor de Flama.**
- **Proceso Sirosmelt - Big River Minerals (Ausmelt Pty, Ltd).**

Las tecnologías hidrometalúrgicas más representativas son:

- **Lixiviado ácido**
- **Lixiviado básico**

Procesos pirometalúrgicos

El fenómeno mas importante que interviene en la mayoría de los procesos pirometalúrgicos es la reducción y volatilización del plomo, cadmio y zinc. La Figura 6 muestra un segmento del diagrama de flujo de la Figura 2 de los procesos de reducción-volatilización más importantes en los que se recupera zinc y otros metales del polvo de HAE y la forma en que son recuperados. Las principales diferencias tecnológicas entre los procesos de este tipo se basan en la forma de recuperar el zinc y el plomo, así como en el grado de reducción que experimentan los óxidos de hierro.

La mayoría de los procesos HTMR utilizan un medio reductor puesto que el zinc, comparado con el cadmio y el plomo, se encuentra en mayor proporción en el polvo de HAE y posee un mayor valor comercial. Por otro lado, cabe señalar que aun cuando en todos los procesos de tostado en medio reductor, el zinc se volatiliza en forma metálica luego, ya en forma sólida, vuelve a su forma oxidada (ZnO). Esto se debe a que los vapores del zinc reaccionan con el aire al salir del horno.

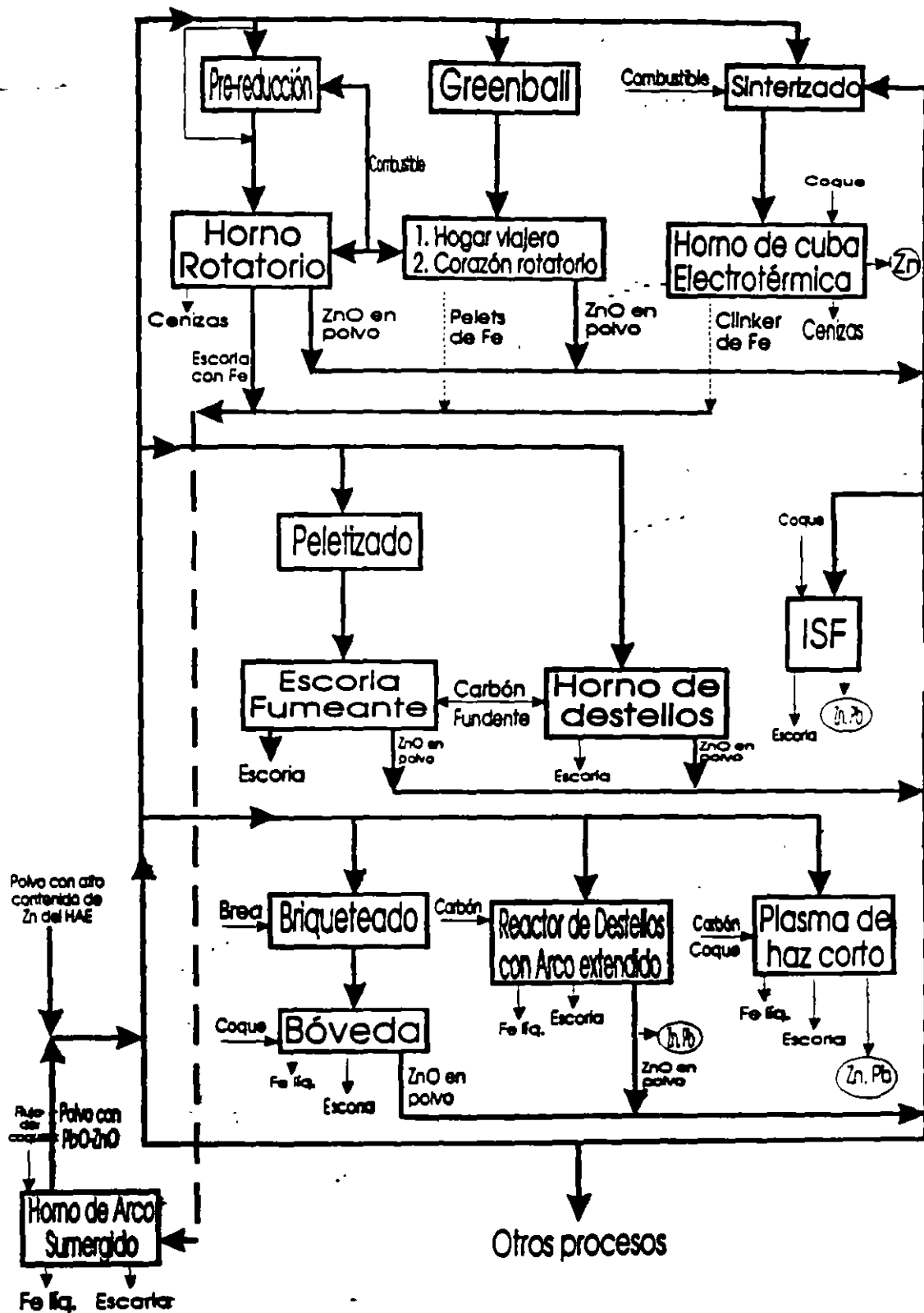
La legislación estadounidense indica que el residuo generado por los procesos pirometalúrgicos puede ser usado en carreteras o como material antiderrapante, siempre y cuando cumpla con las restricciones referentes al tratamiento para disposición en suelo para cada constituyente peligroso (40 CFR 266.20).

Proceso Waelz Kiln³⁷

El proceso Waelz (ver parte superior izquierda de la Figura 6) es el más difundido para la recuperación del zinc y otros metales no ferrosos del polvo de HAE. En la actualidad existen al menos 15 plantas de este tipo en el mundo, incluyendo una en Monterrey, México, manejada por Zinc Nacional, S.A. de C.V. Esta tecnología ha sido considerada por la U.S.EPA como la mejor disponible (BDAT) para el reciclaje de polvos que contienen cantidades de zinc superiores al 15%. Mediante este proceso se tratan aproximadamente 1 millón de toneladas de polvo anualmente en el mundo.

³⁷ Link, A.D. (1993). Pág. 5-1.

Figura 6 Principales procesos de reducción-volatilizaci3n™



Esta tecnología emplea hornos rotatorios originalmente usados, a principios de siglo, para el tostado de mineral concentrado de zinc. En la actualidad, la mayoría de las plantas Waelz utilizan hornos rotatorios, adaptados para procesar los polvos de HAE, con una longitud de 36 a 55 metros y un diámetro de 3 a 3.5 metros. Estos hornos son capaces de procesar entre 45,000 y 90,000 toneladas de polvos de aceria por año. La primera etapa del proceso (Figura 7) consiste en mezclar el polvo de HAE con coque (agente reductor), óxido de calcio (CaO) y Silice (SiO₂). En la segunda etapa se alimenta la mezcla al horno, el cual funciona a una temperatura aproximada de 1,100°C. El zinc y otros metales volátiles no ferrosos (principalmente plomo, cadmio, sodio y potasio) se subliman, escapando del horno a través de un ducto de gases y son conducidos a un sistema colector de polvos conformado por un ciclón y filtros de mangas. Este polvo, llamado Oxido de Waelz, está constituido en un 55-60% por ZnO y el resto por óxidos de los metales no ferrosos mencionados anteriormente.

Por el extremo final del horno Waelz se extrae una escoria inerte, que aprueba los requerimientos de la prueba TCLP de la U.S.EPA, formada principalmente por óxidos de hierro, óxidos de calcio y silice, la cual se utiliza como aditivo para cemento o para construir carreteras.

El óxido crudo de Waelz es tratado para enriquecerlo en contenido de zinc mediante dos procesos:

con un segundo horno rotatorio en el cual se calienta y sinteriza el óxido crudo para formar un material "clinker" de zinc (72% de ZnO) que se puede usar como materia prima en la producción de zinc metálico mediante hornos electrotérmicos;

mediante aglomeración en caliente para usarse como materia prima en hornos de fundición tipo "Imperial".

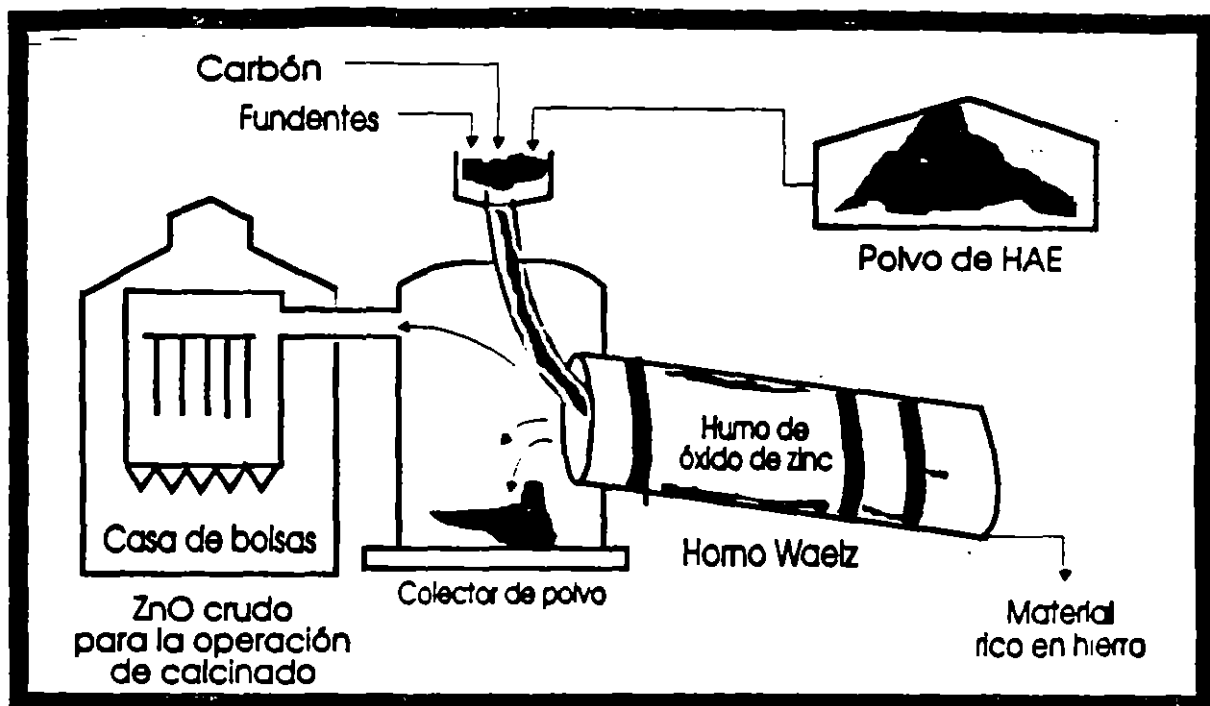
Los costos de recuperación de metales del polvo de HAE mediante el proceso Waelz, en 1992, oscilaron en EEUUA entre 150 y 250 dólares por tonelada de polvo tratado. El precio depende, en gran parte, del contenido de zinc y plomo del polvo, de la distancia entre la fuente de polvos y la planta Waelz y de la cantidad de polvo a tratar.³⁸

La principal ventaja del horno rotatorio es que puede tratar una gran variedad de polvos, junto con otros materiales secundarios que contengan zinc. El óxido producido tiene un alto contenido de zinc (cercano al 60%) por lo que resulta apropiado para producir zinc metálico, después de eliminar las impurezas.

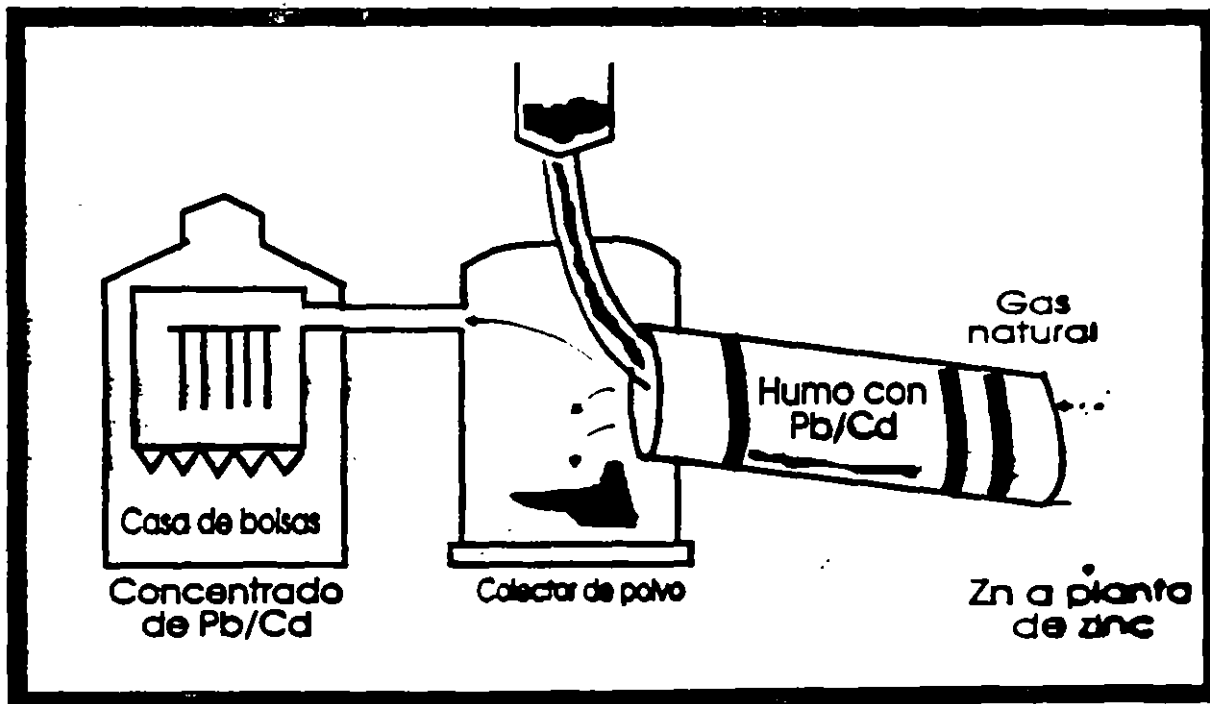
El principal inconveniente de este proceso es que el horno rotario debe ser grande para resultar eficiente, tanto económica como térmicamente. Esto implica que se requiere una planta central de procesamiento y contratos a largo plazo para asegurar un abastecimiento seguro de polvo.

³⁸ **Linds, A.D. (1993). Pág. 9-4.**

Figura 7 Proceso Waelz Kiln[®]



Operación de calcinado en horno



Procesos hidrometalúrgicos

El polvo de HAE, por lo general, no se aplica directamente como materia prima para procesos hidrometalúrgicos, principalmente porque contiene gran cantidad de impurezas, bajo contenido de zinc (< 20%) y, sobretodo, porque entre el 20 y el 50% de este metal se encuentra en forma de zinc-ferrita ($ZnFe_2O_4$). A diferencia del óxido de zinc, la zinc-ferrita resulta insoluble en cualquier medio acuoso, básico o ácido. Por esta razón, la mayoría de los procesos hidrometalúrgicos para la recuperación del zinc (acompañados o no de un proceso de reducción electrolítica), utilizan polvos previamente piro-procesados por alguno de los métodos mencionados en los apartados anteriores.

En la Tabla 4, se presentan los procesos hidrometalúrgicos/electrolíticos más representativos para la recuperación de zinc metálico a partir de polvos de acería piroprocesados.

Tabla A.4 Procesos hidrometalúrgicos/electrolíticos más representativos³⁹

Tipo de Proceso	Nombre del Proceso	Descripción
Cáustico	AMAX, USBM	ZnO disuelto en solución caliente de NaOH para formar Na_2ZnO_2 . El Zn metálico es recuperado mediante reducción electrolítica.
Cloruro	Zinchlor	Formación de $ZnCl_2$, extracción del cloruro de zinc con disolvente. El Zinc es reducido electrolíticamente en una celda de membrana produciendo cloro y zinc metálico.
Cloruro-Sulfato	Zincex NIT-NORZINK	Similar a Zinchlor, excepto que después de la extracción con disolvente, el zinc es extraído con ácido sulfúrico ("stripping") y, posteriormente, electrolíticamente reducido.
Sulfato	Tradicional	El óxido de zinc se disuelve en solución acuosa de ácido sulfúrico y posteriormente se reduce electrolíticamente en cátodos de placa.

II.1.2 Producción de fertilizantes⁴⁰

Las compañías productoras de fertilizantes tratan el polvo de HAE con ácido sulfúrico para formar sulfato soluble de zinc y sulfato de plomo insoluble. Los fabricantes necesitan polvos ricos en zinc, preferentemente con un contenido de zinc superior al 20%. Actualmente, es

³⁹ Morris, A.E. (1985). Pág. 176.

⁴⁰ Lindg, A.D. (1993). Pág. 7-13.

uno de los métodos mas económicos para disponer adecuadamente los polvos acería. Todavía existe mas oferta de polvo que demanda de éste para la producción de fertilizantes y, por esta razón, los productores de acero deben buscar otras alternativas para el tratamiento.

El uso del polvo de HAE como fertilizante está legislado por la USEPA y se pueden consultar las regulaciones concernientes en el capítulo 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR 40 266.20). En dicho capítulo se establece que los fertilizantes producidos con polvos de HAE (K061), no están sujetos a ningún tipo de regulación.

II.1.3 Fabricación de otros productos

Aparte de los procesos piro e hidrometalúrgicos y del uso del polvo de HAE para producir fertilizantes, se han desarrollado otras tecnologías que utilizan el polvo de HAE como materia prima para generar otros productos, como: fibra de lana mineral, productos cerámicos y perlas de vidrio. Los productos no están regulados como residuos peligrosos y la escoria generada en los procesos tampoco es peligrosa.

II.2 Solidificación/estabilización

El objetivo principal de esta clase de tratamientos, es eliminar la peligrosidad de los residuos para que puedan ser manejados como residuos sólidos no-peligrosos. El polvo emitido por los HAE puede ser tratado para reducir su carácter polvoso y convertirlo en materia que sea más fácil, y segura, de almacenar, transportar o disponer. Esta opción puede ser la mas económica para polvos con bajo contenido de zinc (inferior al 15%), donde el reciclado no resulta práctico.

Los procesos de estabilización y solidificación (parte inferior de la Figura 2) consisten, básicamente, en tecnologías de fijación química y pueden ser descritos como procedimientos cuyo objetivo es inmovilizar, encapsular, aislar o confinar un contaminante, principalmente de naturaleza inorgánica, en una matriz sólida, generalmente con aditivos o reactivos especiales.⁴¹ Con el objeto de disponer los contaminantes como no reactivos e inmovilizarlos, la matriz debe poseer buenas características de estabilidad dimensional, de resistencia a los ciclos de congelación-descongelación, de permeabilidad, de tolerancia a las tensiones y de resistencia a la acción de los agentes biológicos. El cemento Portland es el endurecedor mas utilizado en tales procesos⁴².

Se entiende por *estabilización* (fijación química) a las técnicas concebidas para modificar los residuos de forma química, ya sea transformándolos o inmovilizándolos. La *solidificación* concierne a las técnicas que cambian las características físicas del residuo para producir una

⁴¹ Little, A.D. (1993). Pág. 7-3.

⁴² Andrés, A. (1994). Pág. 414.

estructura sólida que atrapa mecánicamente al contaminante⁴³. En general, la finalidad de ambas técnicas es transformar un residuo potencialmente peligroso en un material que pueda ser dispuesto de una forma ambientalmente segura. Una vez realizada la estabilización-solidificación, el producto debe pasar por la prueba de lixiviación a fin de ser declarado como residuo no peligroso y poder disponerlo en un relleno sanitario.

La solidificación del polvo de HAE es una manera atractiva de disponer el polvo de una forma ambientalmente aceptable. El problema, es que debido a la elevada alcalinidad de la mayoría de los polvos, su estabilización tiene un costo elevado porque se consume una gran cantidad de ácido para ajustar el pH. Este problema puede ser superado usando ácido residual del tratamiento del polvo, disponiendo así de los dos residuos simultáneamente⁴⁴.

Los costos de los métodos comerciales varían entre 5 y 300 dólares por tonelada húmeda de polvo. Los procesos de estabilización/solidificación se clasifican, de acuerdo al aditivo principal que se añade al residuo, de la manera siguiente:

- técnicas con cemento como base
- técnicas con cal como base
- procesos termoplásticos
- técnicas a base de polímeros orgánicos
- procesos de encapsulación
- técnicas de vitrificación

La mayoría de las técnicas de estabilización que se aplican a polvos de HAE se encuentran dentro de los dos primeros grupos, aunque últimamente se han desarrollado también las técnicas de vitrificación.

II.3 Confinamiento controlado⁴⁵

De acuerdo con la legislación de la U.S.EPA, los polvos de HAE únicamente pueden ser dispuestos en vertederos previa estabilización o tratamiento a fin de que sean transformados en desechos no peligrosos.

La EPA especifica los criterios de diseño para confinamientos municipales y para residuos peligrosos en el capítulo 40 del Código Federal de Regulaciones (40 CFR 258-Subtítulo D y 267-Subtítulo C). La U.S.EPA considera el diseño de los confinamientos, el tipo de formación geológica adecuada para su construcción, el sistema de control de lixiviados, el monitoreo de las aguas subterráneas, el control de emisiones gaseosas y el cierre mismo del confinamiento una vez que su vida útil ha terminado. Entre otras cosas, se especifica que un confinamiento de residuos urbanos requiere una capa de aislamiento plástico con un mínimo de 30 mm de espesor, así como una capa de 60 cm de ancho de suelo compactado.

⁴³ Little, A.D. (1993). Pág. 7-3.

⁴⁴ Stone, J.N. Pág. 162.

⁴⁵ Little, A.D. (1993). Pág. 7-E.

usualmente barro con una conductividad hidráulica pequeña ($<1 \times 10^{-7}$ cm/segundo). La concentración de metano debe ser monitoreada y controlada. El acceso al público debe restringirse y se requiere un monitoreo de las aguas subterráneas para asegurar que el lixiviado no las esté contaminando.

Para sitios de confinamiento de residuos peligrosos, la U.S.EPA exige un aislamiento plástico de 8 cm de espesor seguido de una capa de barro y piedra de 1.5 metros de espesor y, finalmente, otro aislamiento plástico. Cuando termina la vida útil del confinamiento, éste se cubre con una capa de 60 cm de barro, dos aislamientos plásticos adicionales y una capa de tierra.

En Estados Unidos los costos para disponer el polvo en vertederos controlados varían entre 60 y 125 dólares por tonelada. En general, los costos de construcción y operación de confinamientos municipales seguros son muy costosos, debido a que se manejan sistemas muy seguros destinados a evitar cualquier catástrofe que pueda contaminar el suelo y el agua subterránea. Cuando se diseñan confinamientos para disposición de un solo tipo de residuo, los costos de construcción y operación se reducen de manera importante; por esta razón algunas empresas generadoras de polvos de HAE, prefieren construir confinamientos en los terrenos de la planta para reducir costos por la disposición de sus residuos.

Mezcla con residuos no peligrosos⁴⁶

Este método de tratamiento consiste en mezclar los residuos del HAE con un volumen mayor de residuos no peligrosos del proceso de fundición, de tal manera que la mezcla resultante no sobrepase las características por las cuales el polvo fue clasificado como peligroso. En Francia, se ha ideado una técnica para codisponer el polvo de HAE directamente con las escorias del mismo proceso de fundición del acero.

La mezcla, de polvo con residuos no peligrosos, debe contar con un programa de monitoreo de residuos para evaluar las características individuales y de la mezcla. Se necesita un programa para asegurar la calidad sobre la marcha, que garantice que la mezcla está en proporciones adecuadas y que no es peligrosa.

Este método de tratamiento tiene varias limitaciones que deben ser consideradas:

- debe haber grandes cantidades de residuos no-peligrosos para el mezclado
- el mezclado puede requerir una cantidad significativa de esfuerzo humano y monitoreo
- esta alternativa puede no ser aceptada por las agencias ambientales locales o estatales
- las regulaciones cambiantes de la U.S.EPA pueden prohibir este tratamiento alternativo en el futuro.

⁴⁶ Kunes, T.P. Pág. 12.



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 13: LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS
HOSPITALARIOS EN MEXICO**

ING. RICARDO ESTRADA



**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**

**PROBLEMÁTICA 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

1.2 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

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.

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	211
SEGUNDO NIVEL	8
TERCER NIVEL	23
TOTAL	242
D.D.F.	
PRIMER NIVEL	1
SEGUNDO NIVEL	10
TERCER NIVEL	18
TOTAL	29
IMSS	
PRIMER NIVEL	40
SEGUNDO NIVEL	14
TERCER NIVEL	18
TOTAL	29
ISSSTE	
PRIMER NIVEL	53
SEGUNDO NIVEL	13
TERCER NIVEL	15
TOTAL	81
SEDENA	
PRIMER NIVEL	12
SEGUNDO NIVEL	2
TERCER NIVEL	1
TOTAL	15
MARINA	
TERCER NIVEL	
PEMEX	
PRIMER NIVEL	2
SEGUNDO NIVEL	
TERCER NIVEL	3
TOTAL	5
PRIVADOS	
PRIMER NIVEL	43
SEGUNDO NIVEL	149
TERCER NIVEL	53
TOTAL	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

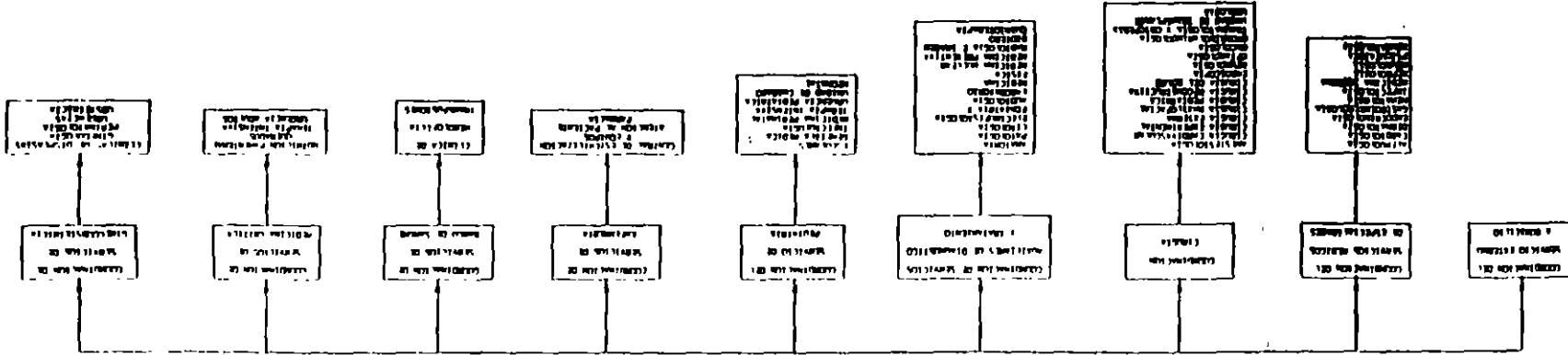
En la tabla 5 se muestran los porcentajes de la composición física promedio de los residuos sólidos generados en los diferentes niveles de unidades médicas y en laboratorios.

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

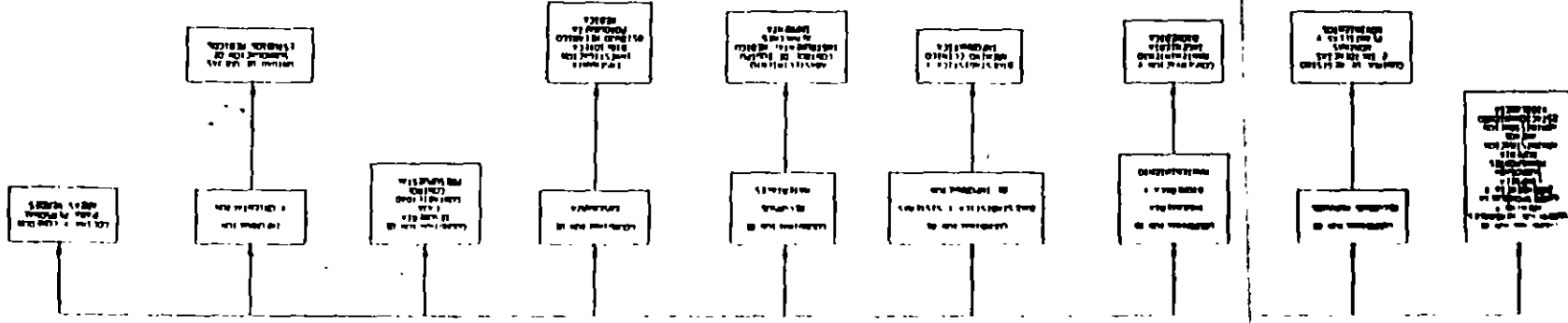
TABLA 5

AREAS HOSPITALARIAS GENERADORAS
DE RESIDUOS RELIGIOSOS

FIG. NO. 1



AREAS HOSPITALARIAS GENERADORAS
DE RESIDUOS NO RELIGIOSOS



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 VOLUMETRICICO Kg/M ³	
	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

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 evaluarán 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.

COMPONENTES FISICO.QUIMICOS	UNDADES MEDICAS
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.

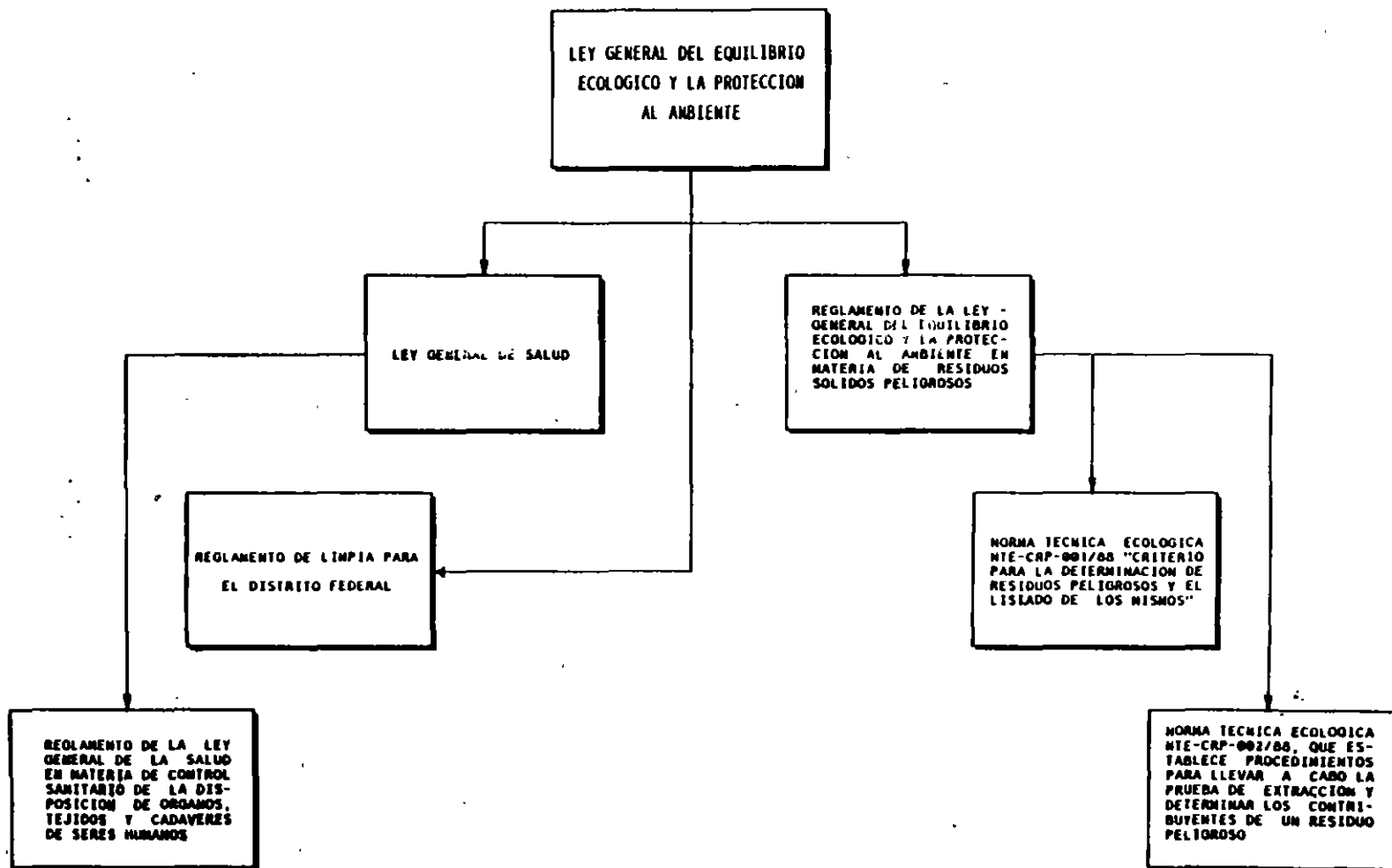


Fig. No 2 MARCO LEGAL NORMATIVO REFERENTE AL CONTROL DE RESIDUOS GENERADOS EN UNIDADES HOSPITALARIAS

1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION 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 generen 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 SEDÚE 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	BIOMICOS (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 venenosa, 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 integralmente 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 almacén. 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.

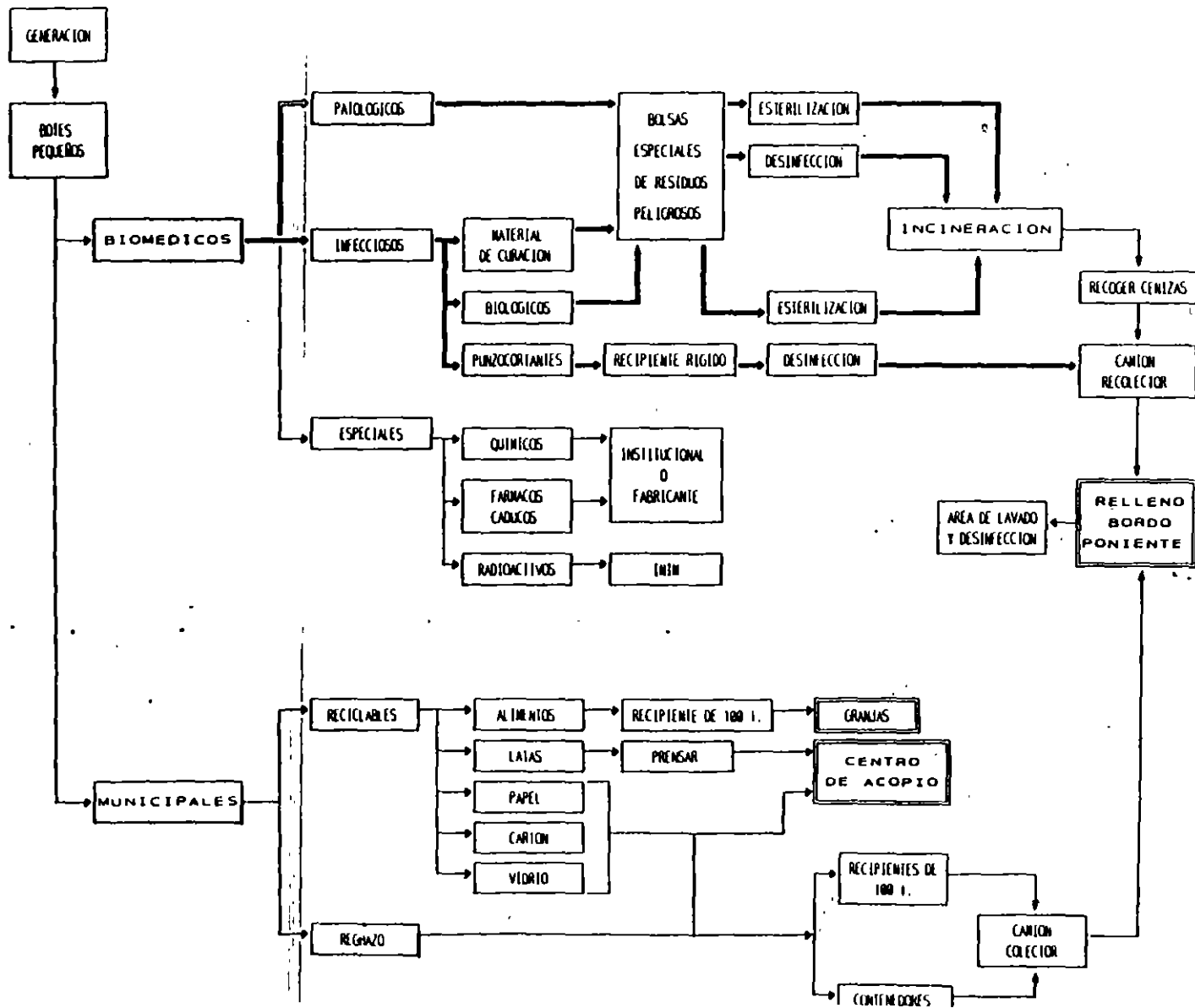
La disposición final y transporte de residuos merece una mejor atención de la que actualmente se le está concediendo, pues además de presentar los riesgos que se han mencionado, al no realizarse correctamente, se afecta el suelo, agua, aire y salud pública y ocupacional.

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.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS



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, bisturis, etc., conforme se vayan desechando.

Lo ideal sería desechar los objetos punzocortantes en los mismos recipientes que fueron recolectados, (después de una desinfección), 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 m³, 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 medicas 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 zoonóticos, 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 ser 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 sufragen 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 vehiculos.

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

MODULO II:

CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES, ESPECIALES Y HOSPITALARIOS

**MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO INFECCIOSOS (FUENTES,
IDENTIFICACION, SEPARACION, ENVASADO, RECOLECCION Y TRANSPORTE
EXTERNO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL)**

ING. PAULA NORERA

AMCRESPEC

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 SEMARyP</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 5º ESTABLECE ESTABLECE QUE EL RESPONSABLE DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y CUMPLIMIENTO DE LOS ORDENAMIENTOS ES EL GENERADOR</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 RPBI</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**

CAMPO DE APLICACION	Establecimientos que presten atención médica
DEFINICIONES	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
CLASIFICACION	Sangre, Materiales, Cultivos, Patológicos, Muestras, Cadáveres o partes, Equipos y objetos, Punzocortantes
MANEJO	Identificación, Envasado, Recolección y Transporte interno, Almacenamiento temporal, Recolección y Transporte externo, Tratamiento y Disposición final
INCINERACION	Generales, registro, riesgos, personal, monitoreo, emisiones a la atmósfera, cenizas, certificación
ESTERILIZACION	Generales, parámetros iniciales de operación, monitoreo, registro, disposicion final: irreconocibles
DISPOSICION FINAL	Celda especial Selección del sitio, construcción de la celda, operación, monitoreo y control
VIGILANCIA	PROFEPA SECRETARIA DE SALUD ESTADOS Y MUNICIPIOS
VIGENCIA	90 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación Plazos para operación de las celdas especiales

SIMBOLO UNIVERSAL PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS



PELIGRO
RESIDUOS
BIOLOGICO-INFECCIOSOS!

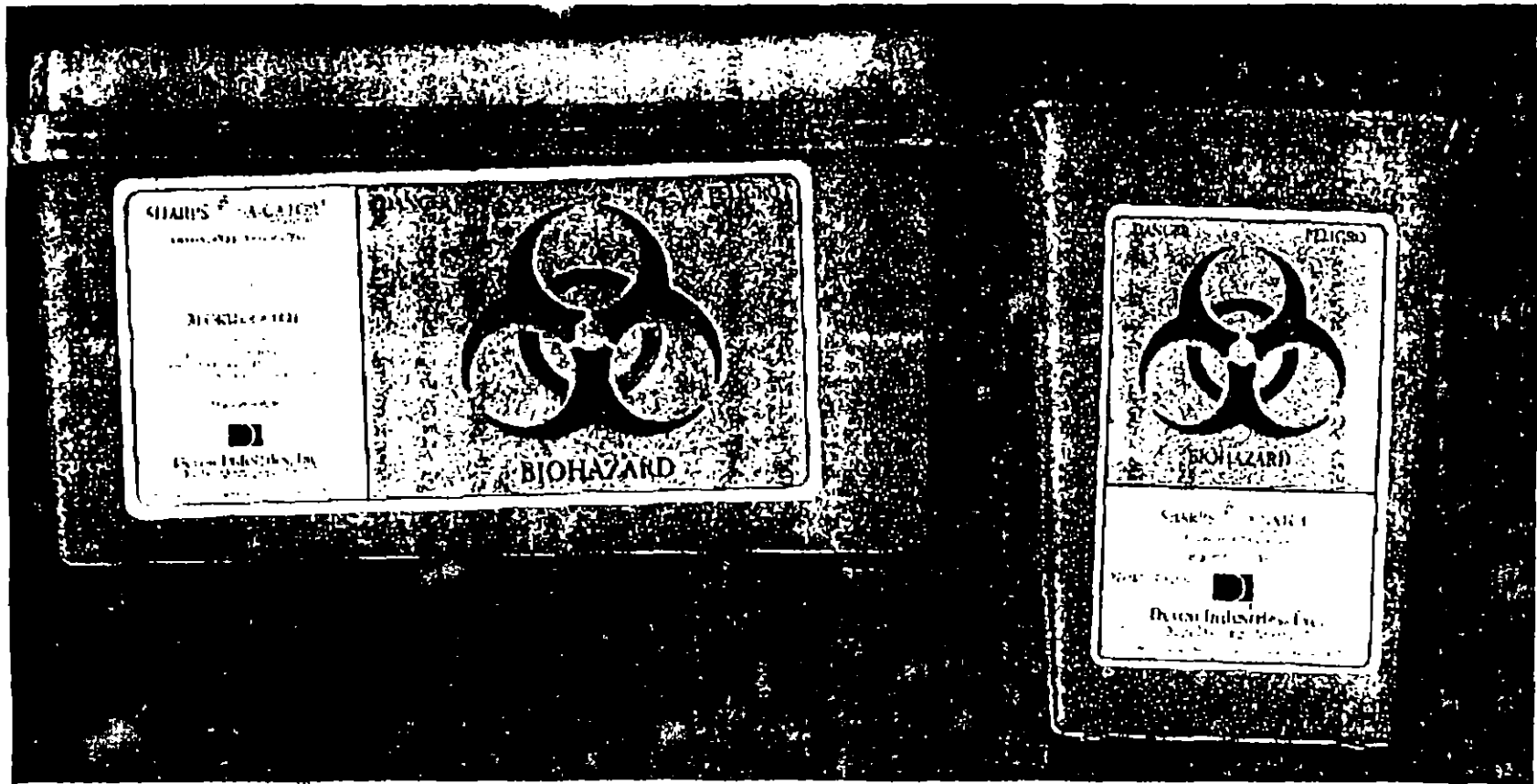


ESPECIFICACIONES PARA EL ENVASADO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

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

24.

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"> • Operación compleja • Tratamiento de patológicos • Temperatura • Monitoreo • Emisiones a la Atmósfera • Cenizas • Registros • Costos de inversión, operación y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación sencilla • Generación de vapor • Temperatura • Registros • Monitoreo • No patológicos • Trituración y compactación para la disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sin tratamiento • Operación sencilla • Plazos acotados • Tecnología simple y accesible

INSTRUMENTACION DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECIOSOS

- **CONCEPCION INTEGRAL DEL SISTEMA DE MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECIOSOS**
- **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 TECNOLÓGICO**
- **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.
©1994 Lab Safety Supply Inc. V

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.



Includes an open area to identify generator, address and date

Bilingual message

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" symbols 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			l	s
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, Tan	10-15	27	17	40	1.35	150	81.15	77.15
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

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.

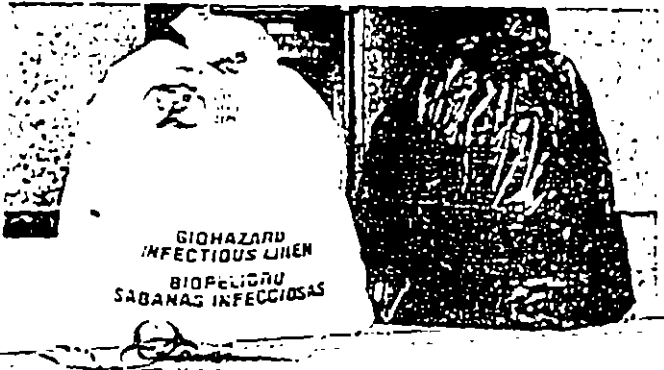
- Super-strong bags give you extra protection
- Unique tape closure



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 dicyclides—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			l	s
YA-23669	12	18	24	3	400	150.20	133.30
YA-23670	25	24	30	3	200	104.15	93.75
YA-23671	30	24	36	3	200	117.85	108.10
YA-23672	45	36	40	3	100	101.65	91.30
YA-23673	50	40	48	3	50	57.05	51.30
YA-23674	55	42	48	3	50	59.35	53.45



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	78.10
YA-23554	Inf. Waste	30	36	20-30	1.3	250	72.15
YA-23555	Inf. Waste	33	39 1/2	33	1.3	250	72.25
YA-11482	Inf. Waste	33	39	33	1.3	100	60.25
YA-11483	Inf. Waste	38	46	40-45	1.3	100	67.10
YA-23556	Inf. Waste	38	46	40-45	1.3	50	39.60
YA-23557	Inf. Waste	38	56	55	1.3	50	50.60
YA-11484	Inf. Linen	33	38	33	1.3	250	73.75
YA-23558	Inf. Linen	38	46	40-45	1.3	100	39.60



• Bag
• Holder
• Collaps
• 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.) W x L	Thickness (mil)	Qty/ Pkg.	Each	
					1	12
YA-7792	Bag	14 x 19	1.25	200	58.55	52.75
YA-7793	Bag	19 x 23	1.25	200	90.00	80.00
YA-7794	Bag	25 x 35	1.25	200	160.00	150.00
YA-2476	Bag	8½ x 11	0.7	100	9.80	9.85
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	-



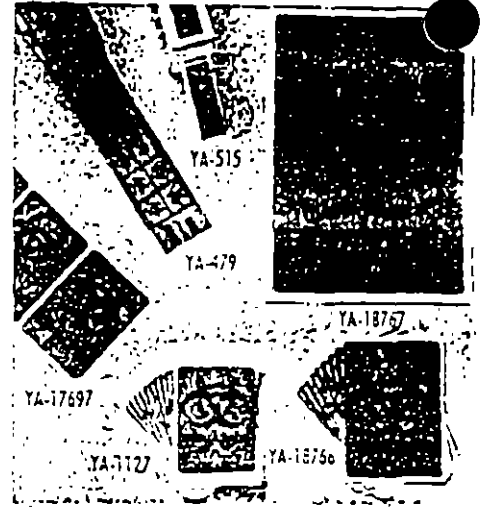
Biohazard Decontamination Bags

Unique steam indicator displays 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 to be tied to integral label in English and Spanish. Price per case of 100.

No.	Description	Size (in.) W x H	Approx. Cap. (gal.)	Each Case		
				1	15	18
YA-10816	Internal Indicator	12 x 24	4	36.80	33.15	29.85
YA-10817	Internal Indicator	28 x 30	17	72.85	65.80	59.00
YA-18038	Internal Indicator	24 x 36	20	85.30	76.80	68.15
YA-10818	Internal Indicator	38 x 34	25	97.55	87.80	79.00
YA-24253	External Indicator	38 x 42	32	115.85	104.00	93.80


Biohazard Warning Labels and Tape Identify and Seal Containers

Warn your coworkers and the public of hazardous materials. Meet 29 CFR 1910.1030(g)(1)(i)(B).



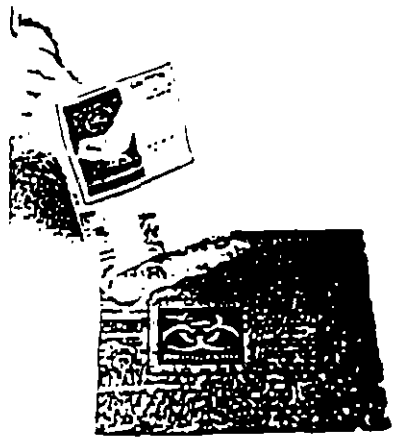
Specifications: Orange and black *Biohazard Tape* features messages "Do Not Open" and "Danger of Infection." *Hazard ID Biohazard Labels* are made of fluorescent red-orange paper. All other labels are made of fluorescent red-orange polyester. Nos. 1127 and 515 have space to identify hazard. **Compliance:** Meet 29 CFR 1910.1030(g)(1)(i)(B).

No.	Description	Size	Each Roll/Pkg.	
			1	10
YA-479	Biohazard Tape	2 1/2" x 180'	21.60	19.45
YA-17697	Biohazard Labels, Roll of 500	2 1/2" W x 4" H	31.85	28.70
YA-1127	Hazard ID Biohazard Labels, Pkg. of 40	2 1/2" W x 4" H	4.95	4.50
YA-18767	Biohazard Labels, Pkg. of 5	2 1/2" W x 10" H	13.00	-
YA-18766	Biohazard Labels, Pkg. of 20	3 1/2" W x 5" H	12.75	-
YA-515	Hazard ID Biohazard Labels, Roll of 500	2 1/2" W x 1/2" H	13.00	-

Excerpt from 29 CFR 1910.1030(g)(1)(i)
 3) Labels required by this section shall include the following legend:

 BIOHAZARD
 These labels shall be fluorescent 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

Protect your coworkers and yourself from contact with hazardous materials. **Specifications:** Polypropylene bags are impervious to biohazard materials. Help your coworkers quickly identify hazardous materials and alert them to possible contamination. Available in dual language—just like you. Available in English and Spanish. Price per case of 100.



Available in English and Spanish. Price per case of 100. Both bags are impervious to biohazard materials. Packages of 100.

No.	Description	Size (in.) W x H	Thickness (mil)	Each Case	
				1	15
YA-21800	Red Bag	10 x 12	2	29.95	27.35
YA-21805	Clear Bag with Pouch	6 x 9	2	28.90	26.35

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

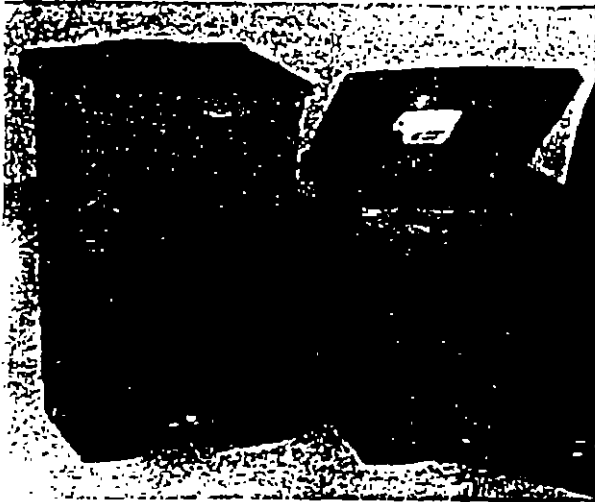
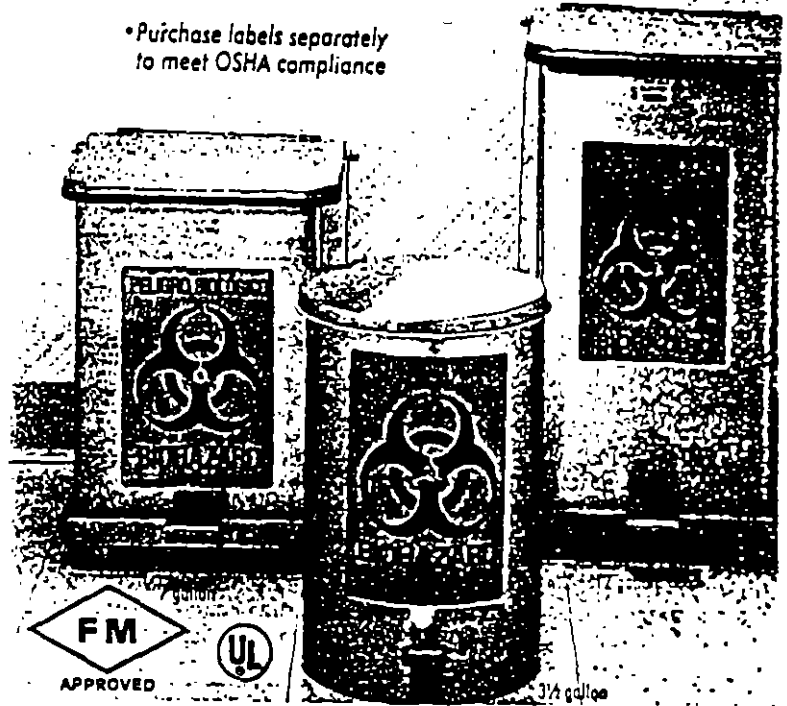
Cans

No.	Capacity (gal.)	Liner	Dimensions (in.)	Each
YA-9179	3 1/2	Plastic	17 1/4 x 11 dia	75.05
YA-9179-2	3 1/2	Steel	17 1/4 x 11 dia	103.75
YA-9130	7	Plastic	17 1/4 x 12 dia	159.05
YA-9181	10	Plastic	23 1/4 x 12 dia	202.90
YA-11825	24	Plastic	30 1/2 x 15 dia	316.90
YA-11825	40	Plastic	38 1/2 x 19 dia	425.00

Labels

No.	Description	Size (in.)	Each Pkg.
YA-18763E	Innocuous 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

*Purchase labels separately to meet OSHA compliance



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	17 1/4	18 1/4	15 1/4	53.60
YA-22023R	12-gallon	23 1/4	18 1/4	15 1/4	62.50
YA-24028	Biohazard Bag, 250/Case	30	14	12 1/4	52.65



Segri-Med™ Medical Waste Containers

Versatile containers serve your workplace as medical waste containers, waste segregation units, and consolidation or shipping containers.

Specifications: All containers are airtight, securable, puncture and tear resistant. **Maxi** container includes wheels and an attached handle to move to make cleaning a breeze. **Mini** container includes an attached removable transport lid. **Micro** container with transport lid is used when floor space is at a premium. Use optional, securable **Maxi** with both Micro and Mini containers. Restricted-access **Z-Lid** is used to dispose of volume sharps and I.V. tubing with minimal risk. Optional **Dolly** makes it easy to transport Mini or Micro containers.

Compliance: UL fire rated.

No.	Description	Capacity (gal.)	H	W	D
YA-18104	Micro Container	29	24	9	9
YA-18105	Mini Container	39	32	9	9
YA-18106	Maxi Container	115	39	31	11
YA-18107	Securable Hatch Lid for Micro and Mini	-	2	10	10
YA-23666	Z-Lid for Micro and Mini	-	18 1/4	9	9
YA-23667	Dolly for Micro and Mini	-	11	9	9

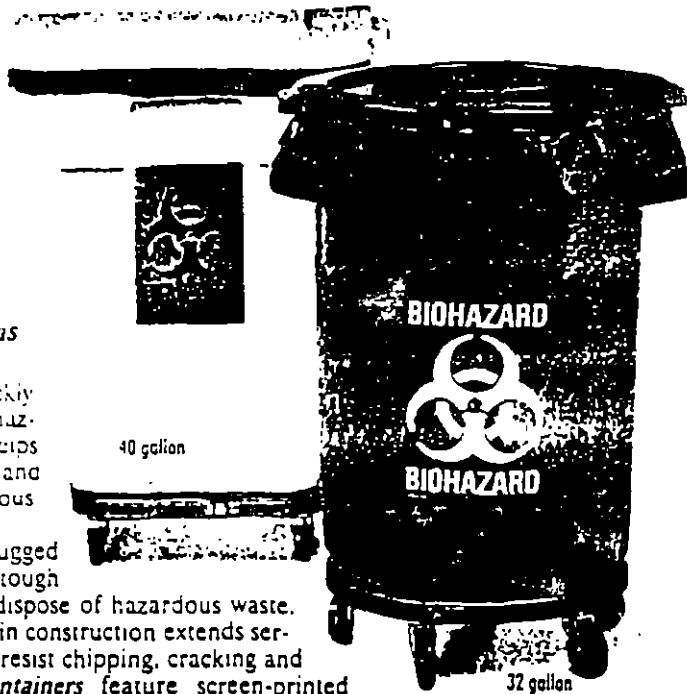
LAB SAFETY

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.



Biohazard Disposal Bucket

Encourages safe segregation and disposal of biohazard waste.

Specifications: Bright white "Biohazard" symbol and legend in 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.) H x Dia.	Each	
				1	4
YA-13255	Round Container, Red	32	27 1/4 22	35.20	31.70
YA-14268	Round Container, White	20	22 1/4 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 1/2 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

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 work place.

Specifications: Fire safe polyethylene containers won't rust or get faded color and biohazard label alerts workers to contents and help ensure proper handling. Leakproof for reliable containment of biohazards. Foot-operated lid provides convenience and safety. Molded-plastic handles make transport a snap.

No.	Size	Dim. (in.) H x W x D	Each Carton of 6	
			1	4
YA-17-789	Small	10 8 8	22.53	-
YA-17-788	Large	27 12 12	33.00	-

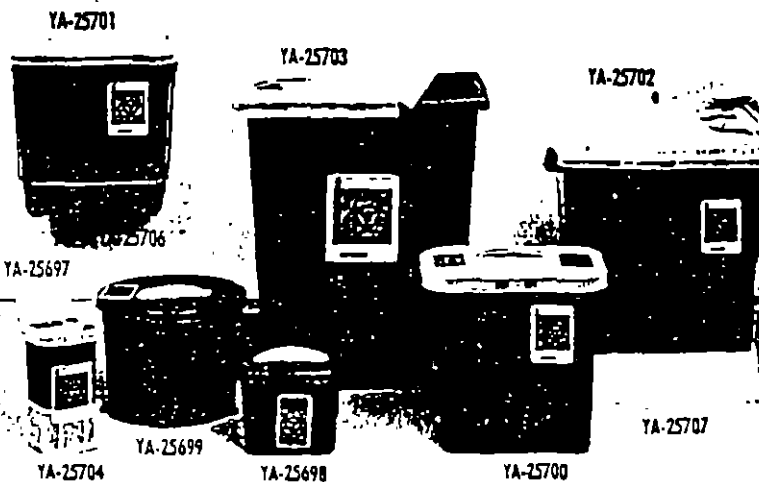
No.	Description	Each
YA-25763	Container	16.25
YA-11481	Biohazard Bag	24.20

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 lid 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.

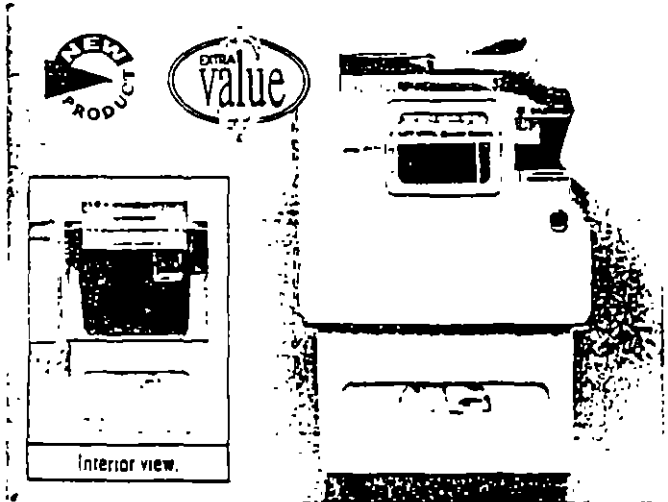


Sharps Disposal Boxes

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	15.20

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. 12 1/4"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	1	Each	3
YA-25692	Complete System	58.85	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.

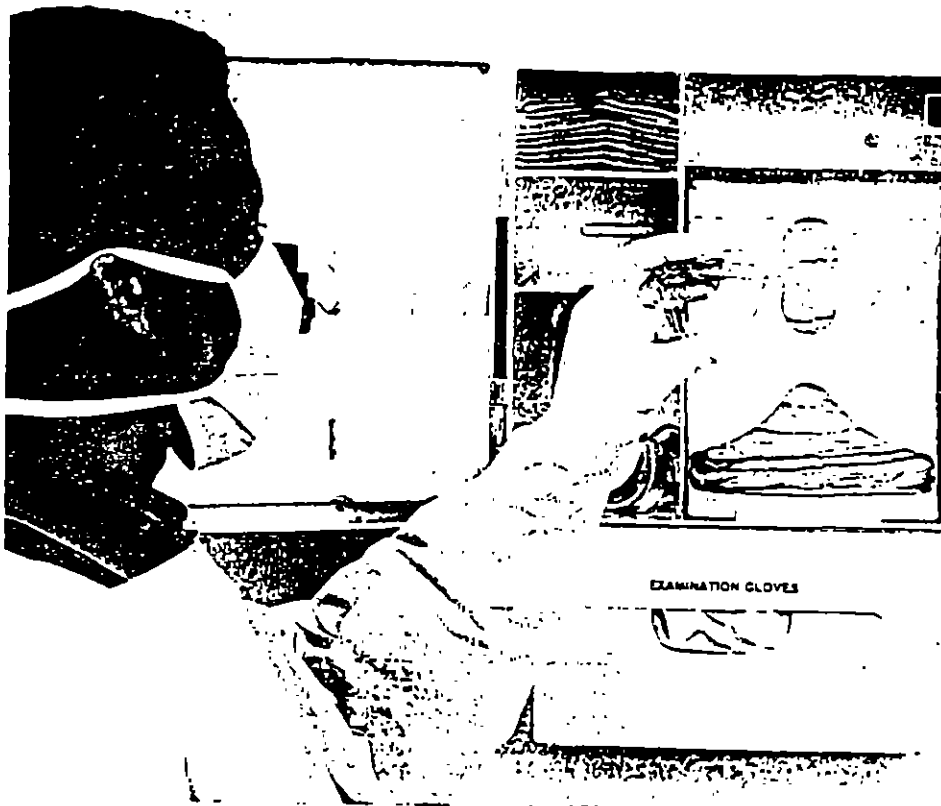
Compliance: Meets U.S. Postal Service regulations.

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



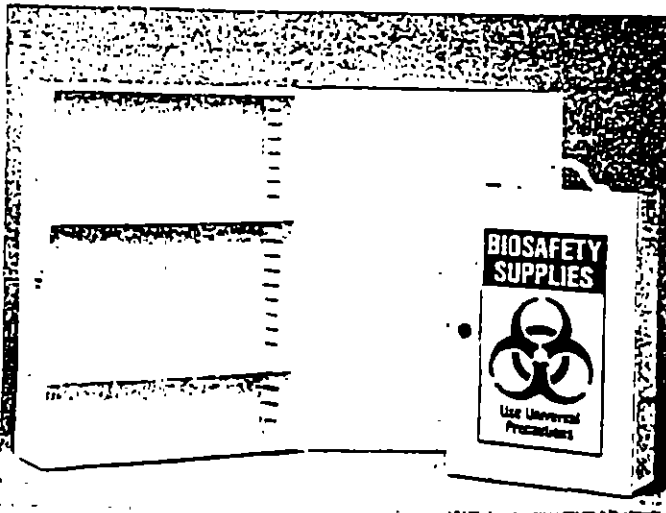
LAB SAFETY

Universal Precaution Cabinet

Gives you quick access to protection for quick response.

Specifications: ABS plastic cabinet with adjustable shelves. 12 1/2"H x 12 1/2"W x 5 1/4"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 6 1/4"H x 10 1/2"W x 3 1/2"D. **Easy-on/easy-off Gowns** offer fluid-resistant protection.

No.	Description	Each
YA-14283	Filled Cabinet	44.60
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

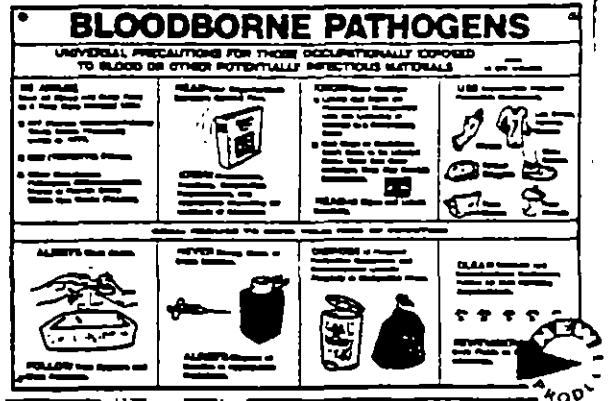


Biosafety Cabinets

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	\$1.35	48.25
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 1/2" x 24"W.

No.	Each
YA-25412	24.75

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.

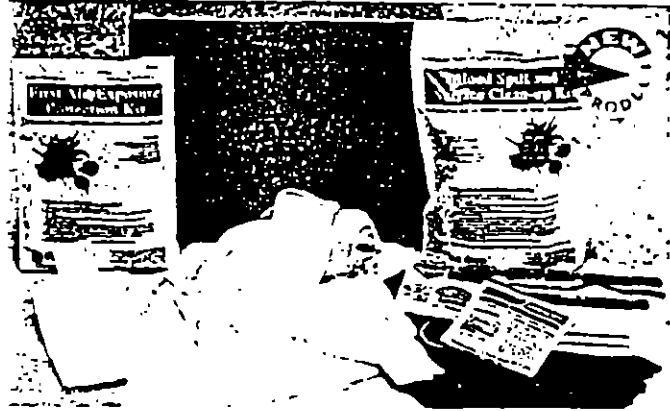
Clothing and Spill Kits

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	11.00
YA-23827	Clothing Kit II	10.00	9.20
YA-23828	Clothing I and Spill Kit	17.15	15.45
YA-23829	Clothing II and Spill Kit	15.45	13.75
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.

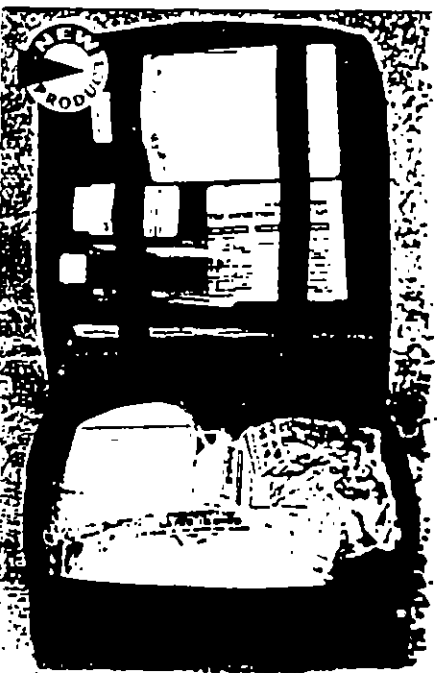
Specifications: *Multi-Event Pack* contains 12 First Aid Protection Kits, six Spill Kits and one Gross Exposure Pack. *First Aid Protection Kit* provides basic personal protection during minimal exposure incidents. Contains one pair of latex gloves, one large towel, one antimicrobial hand wipe and a red biohazard disposal bag. *Use Spill Kit* for safe containment and cleanup of biofluids. 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	84.38
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

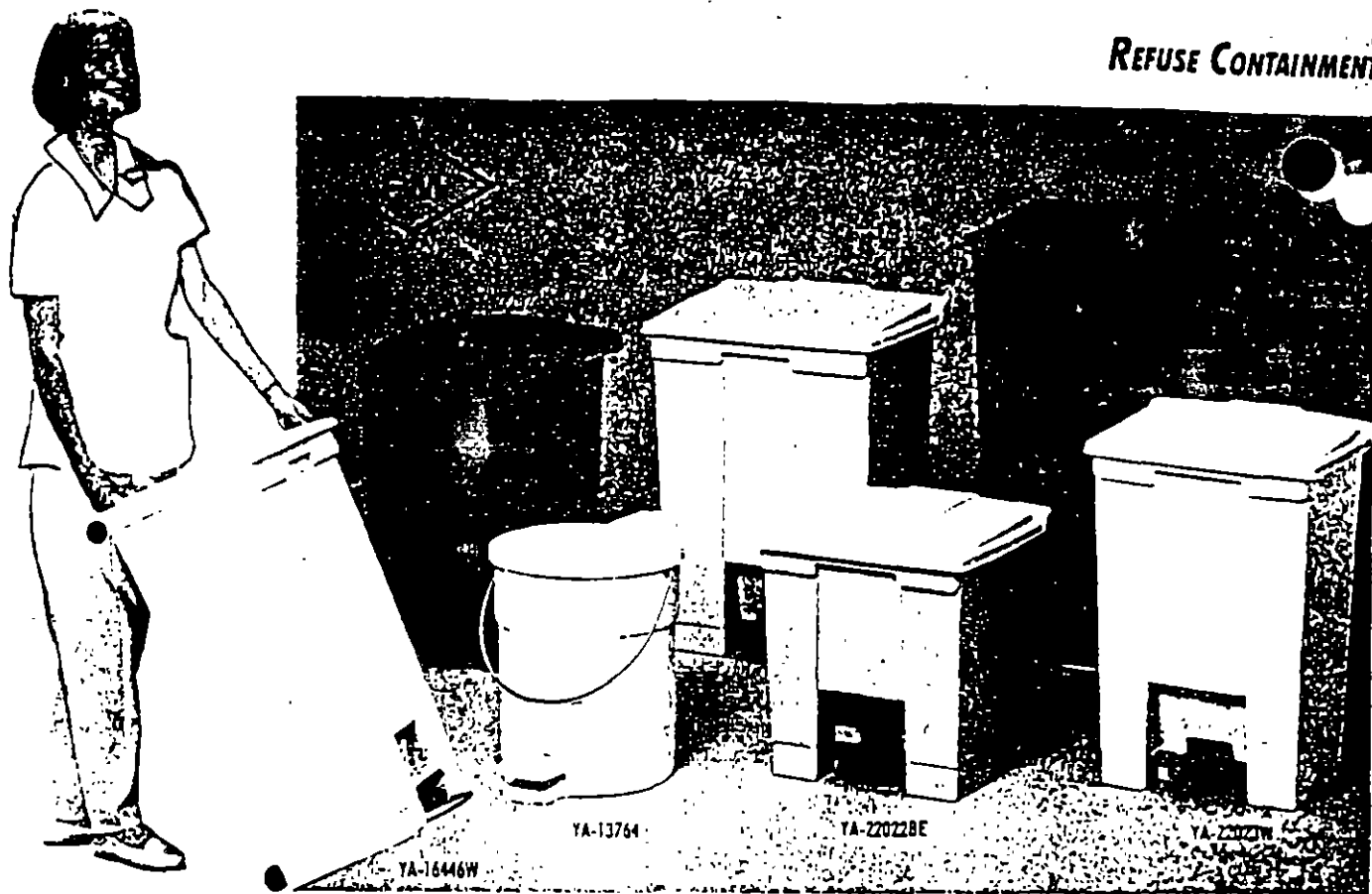
Infection Control Kit

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 carry 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 adsorbent (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). *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	44.00
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.)			H	L
		H	W	D		
YA-13764	4.5 gallon	15 3/8	13 1/2	31 1/2	25	30
YA-22022	8 gallon	17 1/8	16 1/2	35 1/2	32	50
YA-22023	12 gallon	23 3/8	18 1/2	35 1/2	42	50
YA-16444	18 gallon	26 1/8	19 3/4	36 1/2	45	50
YA-16445	Rigid Liner for 16444				24	15
YA-16446	23-gallon Mobile Step-On Container	32 3/8	19 3/4	36 1/2	37	53
YA-16447	Rigid Liner for 16446				30	35

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	100	\$1.30
YA-22069	22022, 22023	30	14	12	100	19.40
YA-16448	16444, 16446	38 1/2	16	14	25	98.75

WITT Safety Step™ Containers

Steel Step-On Cans are Packed with Features

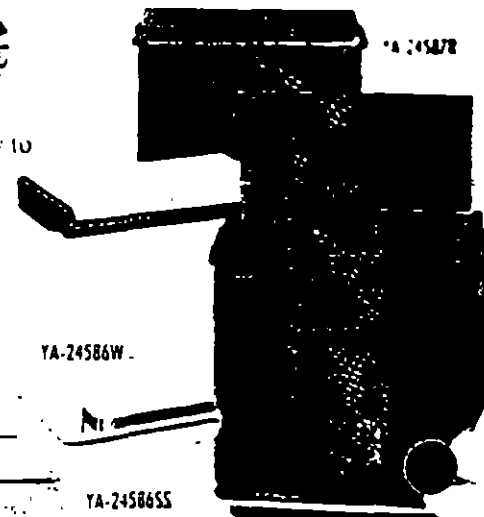
These long-lasting fire-safe containers have it all—they're durable, reliable and easy to clean and transport. Made especially for infectious waste containment—ideal in hospitals, labs, nursing homes and health care facilities.

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 lids 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.)	W	R	Each	S.S.
		H	W	L					
YA-24586	13-gallon Container	19 1/2	23	14	40	35	35	220.80	
YA-24587	23-gallon Container	36	23	14	50	35	35	275.95	





**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 1: CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS

DRA. GEORGINA FERNANDEZ

CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS

Dra. Georgina Fernández Villagómez
Jefe del Area de Riesgos Químicos
en el CENAPRED. Profesora de la
DEPFI. UNAM.

Introducción

En todas las actividades humanas se generan materiales residuales que no pueden ser aprovechados en el lugar en donde se producen. Estos residuos se pueden reciclar, reutilizar o liberar al ambiente. La biosfera tiene la capacidad de transformar algunos desechos, sin embargo, se puede exceder fácilmente esta capacidad de la naturaleza si no se controlan estos residuos (Wilson, 1987).

El rápido crecimiento de la industria y el incremento en la dependencia de los productos químicos son características de las naciones industrializadas que han producido beneficios a casi todos los sectores de la economía, sin embargo, asociado con todo esto se han producido también una serie de daños ambientales, por lo que cada vez se requiere más de un cuidadoso programa de planeación y control para el manejo de residuos (Wetz, 1989).

La industria en la actualidad tiende a minimizar la generación de desechos como es el caso de la utilización de los materiales combustibles procedentes de las corrientes residuales, el uso de desechos y aguas residuales para la generación de combustible, agua caliente, vapor y/o energía eléctrica, reciclado de papel, vidrio, etc., son medidas encaminadas a la reducción de los efectos dañinos al medio ambiente producidos por una sociedad industrial.

Definiciones.

El término residuo se utiliza para denominar a a los materiales que aparentemente no tienen utilidad, como pueden ser: los desechos domésticos, los trozos de concreto procedentes de la demolición de algunas estructuras, las impurezas contenidas en alguna corriente de cierto producto químico, etc., (Brunner, 1984).

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SEDUE, 1988), define residuo como: "cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Un residuo sólido de acuerdo con la definición, no necesariamente se encuentra en estado sólido, sino que puede estar contenido en algún líquido, semisólido o gas. En la definición de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica, (USEPA, por sus siglas en inglés), para un residuo se encuentra que puede ser cualquier basura, desperdicio, u otro material en estado sólido, líquido, semisólido o gaseoso (Lindgren, 1983).

Como residuo peligroso se define a un residuo sólido o combinación de residuos sólidos, los cuales debido a su cantidad, concentración o a sus características físicas, químicas o infecciosas pueden causar o contribuir considerablemente a un incremento en la mortalidad o a un aumento en enfermedades o incapacidades irreversibles o reversibles, o ser un peligro potencial para la salud humana o el medio ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan o cualquier otra forma de manejo inapropiada (Wilson, 1981).

Clasificaciones

Existen diferentes sistemas de clasificación relacionados directamente con los requerimientos del proceso (Kiang, 1982):

1. **Clasificación de acuerdo al estado físico.**- Esta clasificación es necesaria para la selección y diseño del sistema de tratamiento del residuo, el sistema de alimentación y la

elección del equipo de proceso.

2. Clasificación química.- Es necesaria para hacer la selección de materiales de construcción, el diseño del incinerador, las posibilidades de recuperación de productos, los requerimientos de combustible y los sistemas de tratamiento de efluentes.

3. Clasificación térmica.-Necesaria para determinar los requerimientos de energía para el proceso y selección de la configuración del sistema.

Con base en las **características físicas**, los materiales residuales se clasifican como gases, líquidos, suspensiones y sólidos.

De acuerdo con las **características químicas**, se clasifican como:

- **Residuos limpios:** Dentro de este grupo se encuentran los hidrocarburos que contengan únicamente carbono, oxígeno e hidrógeno. Los productos de la oxidación de éstos se consideran limpios y pueden descargarse a la atmósfera.

- **Residuos que generan contaminantes gaseosos:** Los productos de la oxidación de este tipo de residuos contienen contaminantes gaseosos como son hidrógeno, cloro, etc.

- **Residuos que contienen metales pesados:** Los productos de la oxidación de metales se encuentran normalmente en estado sólido a las temperaturas típicas del proceso. Estas características afectan la selección y diseño del equipo de proceso y de los sistemas de tratamiento en la salida del gas.

- **Residuos que contienen metales alcalinos:** dependiendo de la temperatura del proceso, este tipo de residuos generan partículas. La selección y diseño del equipo de proceso y de los parámetros de diseño son críticos, para que los operen sin presentar dificultades.

Con base en las **propiedades térmicas:**

- **Residuos combustibles:** Son aquellos residuos en los cuales se lleva a cabo la reacción de oxidación sin necesidad de energía adicional.

- **Residuos no combustibles:** Son aquellos que presentan valores relativamente bajos de BTU y que requieren energía adicional para

llevar a cabo la reacción de oxidación.

En esta última clasificación es importante considerar el contenido de componentes volátiles para el diseño de sistemas de evaporación y de agotamiento con vapor.

La clasificación de residuos peligrosos presentada en la tabla 1, es un diagrama propuesto en un estudio realizado por el Banco Mundial, Organización Mundial de la Salud y el Programa de Naciones para el Medio Ambiente (World Bank Technical Paper No. 93, 1989) y une los tipos de residuos con las diferentes categorías industriales.

Los grupos industriales que se incluyeron para este diagrama se encuentran listados en la tabla 2.

Con el propósito de tener una clara comprensión de la tabla 1 se dará una clara descripción de cada tipo de residuo abarcando las principales categorías y fuentes de generación:

I. Residuos Inorgánicos.

Acidos y álcalis. Se encuentran entre los componentes principales de la cantidad total de los residuos peligrosos generados por diversos sectores de la industria aunque en términos de cantidad los residuos ácidos provienen principalmente de la preparación de superficies y acabado de metales.

El principal peligro de los ácidos y alcalis está en su acción corrosiva complicada en algunos casos, por la presencia de constituyentes tóxicos.

Residuos de cianuro. Se generan principalmente en la industria de acabado de metales y en el tratamiento a altas temperaturas de ciertos aceros.

El peligro asociado con los residuos del cianuro es su toxicidad aguda.

Lodos y soluciones que contienen metales pesados. Los de mayor importancia son aquellos que contienen los metales tóxicos: arsénico, cadmio, cromo hexavalente, plomo, mercurio, níquel, zinc y cobre. Estos residuos se generan de un amplia gama de procesos de manufactura comprendiendo, la producción del cloro, de pigmentos, de preservación de la madera, producción de baterías, textiles, galvanizado de metales y curtiduría.

Residuos de asbestos. Normalmente surgen de los residuos de recubrimientos, estaciones de energía, plantas de manufactura industrial, fábricas de gas, astilleros, hospitales e instituciones educativas. Los materiales que contienen asbestos pueden también aparecer como residuos provenientes de la demolición o reconstrucción de locomotoras y vagones ferroviarios y de la construcción y demolición de sitios.

Los riesgos a la salud asociados con la inhalación de fibras de asbesto y corrientes de polvo provienen del potencial carcinógeno del material. Las tuberías y las láminas de asbesto presentan generalmente menor problema que la pérdida de fibras y polvo.

Otros residuos sólidos. Se generan de una variedad de fuentes de las cuales las más importantes son la fundición y refinamiento de metales. Los polvos y lodos generados de estos procesos contienen en su mayoría metales tóxicos incluyendo níquel, arsénico, zinc, mercurio, cadmio y plomo.

II. Residuos aceitosos.

Los residuos aceitosos se generan principalmente del proceso, uso y almacenamiento de aceites minerales. Algunos ejemplos son residuos de lubricación y fluidos hidráulicos, lodos de fondos de tanques de almacenamiento de aceites y aceites amargos residuales. En algunos casos estos materiales pueden contaminarse con metales tóxicos (por ejemplo tanques de almacenamiento de gasolina con plomo, etc.).

III. Residuos orgánicos.

Solventes halogenados. ~~Se generan primordialmente de~~ operaciones de limpieza en seco, limpieza de metal en la industria ingenieril y en una cantidad mucho menor en los procesos de desengrasado y en las industrias textil y de curtiduría.

El peligro de estos residuos está asociado con su toxicidad, movilidad y relativamente alta persistencia en el ambiente.

Residuos de solventes no halogenados. Comprenden un gran número de hidrocarburos e hidrocarburos oxigenados de los cuáles algunos de los más utilizados son el tolueno, metanol, isopropanol y etanol. Estos encuentran una amplia aplicación a lo largo de la

industria en la producción de pinturas, tintas, adhesivos, resinas, preservativos de madera hechos a base de solventes, saborizantes de alimentos, cosméticos, así como en la limpieza de equipos y plantas. También se utilizan como desengrasantes en las industrias de ingeniería y de manufactura de vehículos, se utilizan para la extracción de productos naturales de fuentes animales y vegetales.

La toxicidad de éstos materiales varía grandemente y en varios casos el peligro principal es la inflamabilidad.

Residuos de policloruros de bifenilo (PCBs).

Se generan de la manufactura de PCBs y del equipo en que fueron utilizados, principalmente como fluídos dieléctricos en transformadores y capacitores, también como fluídos hidráulicos y de transferencia de calor. El peligro principal de los PCBs está asociado con su alta persistencia y potencial de bioacumulación.

Residuos de pinturas y resinas. Se generan de una variedad de formulaciones y otros procesos químicos terciarios, así como de la aplicación de pinturas y resinas a productos terminados. Generalmente, son combinaciones de solventes y materiales poliméricos incluyendo en algunos casos metales tóxicos.

Residuos de biocidas. Se generan tanto en la manufactura como en la formulación de biocidas y en el empleo de estos compuestos en la agricultura, horticultura y en otras industrias.

En adición a las corrientes orgánicas concentradas descritas anteriormente, los residuos químicos orgánicos, también se generan de la carbonización de hulla y operaciones de sub-productos químicos primarios, secundarios y terciarios. Componentes comunes son los residuos de la destilación y materiales filtrados. Estas corrientes residuales abarcan compuestos químicos halogenados y no-halogenados y se generan por un extenso número de industrias incluyendo refinación de petróleo y la manufactura de compuestos químicos, materias colorantes, farmacéuticos, plásticos, hules y resinas.

IV. Residuos orgánicos putrescibles .

Los residuos orgánicos putrescibles incluyendo residuos de la producción de aceites comestibles como también desperdicios de rastros y otros productos provenientes de animales. El manejo

apropiado de residuos putrescibles es de particular importancia en el desarrollo de países donde las condiciones climatológicas extremas pueden incrementar el posible riesgo a la salud asociado con estos residuos orgánicos.

Residuos poco peligrosos pero de gran volumen.

Estos residuos incluyen aquellos residuos que con base a sus propiedades intrínsecas presentan una relativa baja peligrosidad, pero pueden presentar problemas debido a sus grandes volúmenes. Algunos ejemplos son: lodos de la perforación provenientes de la extracción de petróleo y gas, cenizas finas de los combustibles quemados en plantas de energía, desechos de minas o escorias metalíferas, fibras de la industria de papel y celulosa.

Residuos diversos.

En adición a las clases de residuos descritas anteriormente existen un número de otros tipos de residuos que no han sido agrupados. Estos incluyen residuos infecciosos con afección a tejidos humanos o animales, compuestos químicos redundantes que pueden haberse deteriorado o excedido su período de almacenamiento y provienen de tiendas de menudeo, almacenes comerciales y tiendas gubernamentales e industriales; residuos de laboratorio y residuos explosivos de las operaciones de manufactura o excedente de municiones. Aun cuando estos residuos no presentan una gran proporción del total de la generación de residuos peligrosos, se deben llevar a cabo medidas especiales para asegurar su disposición adecuada.

Por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental estadounidense, (USEPA) a través de la regulación 40 parte 261, define como residuos peligrosos (Brunner, 1991) a:

1.- Residuos inflamables, código de riesgo I - Son aquellos que tengan al menos una de las siguientes propiedades:

a) Líquidos cuya temperatura de inflamación sea menor de 60°C (140°C). Las soluciones acuosas que contienen menos del 20% en volumen de alcohol están excluidas de esta definición.

b) Sustancias que pueden causar fuego mediante fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos, bajo

condiciones normales de presión y temperatura.

c) Gases comprimidos inflamables.

d) Oxidantes.

2.- Residuos corrosivos. código de riesgo C - Son aquellos que tengan alguna o ambas de las siguientes propiedades:

a) Residuos acuosos con pH igual o menor a 2, o igual o mayor a 12.5

b) Líquidos que produzcan corrosión en el acero al carbón (grado SAE 1030) a una velocidad mayor de 0.25 pulg/año.

3.- Residuos reactivos. código de riesgo R - Son aquellos que tengan al menos una de las siguientes propiedades:

a) Sustancias normalmente inestables que sufran cambios físicos y/o químicos violentos sin detonante.

b) Sustancias que reaccionan violentamente con el agua.

c) Residuos que forman una mezcla potencialmente explosiva cuando su superficie se moje con agua.

d) Sustancias que generen gases nocivos, vapores o humos cuando se mezclen con agua.

e) Cianuros o sulfuros que generen gases nocivos, vapores o humos cuando se expongan a condiciones de pH entre 2 y 12.5.

f) Residuos que exploten y/o generen una reacción explosiva cuando se someten a una fuente de energía o cuando se calienten en confinamiento.

g) Sustancias capaces de explotar a temperatura y presión estandar.

h) Explosivos clase A, clase B o "prohibidos".

4.- Residuos tóxicos, código de riesgo T - Si la muestra del residuo contiene exceso de cualquiera de las sustancias que se mencionan en la tabla 3, se consideran residuos peligrosos.

5.- Residuos peligrosos agudos. código de riesgo H - Son aquellas sustancias que en pequeñas dosis son letales para el humano o no existen datos de toxicidad en el humano pero se han encontrado fatales para animales en condiciones de laboratorio en las correspondientes concentraciones humanas.

6.- Residuos tóxicos. código de riesgo T - Son los residuos que producen efectos cancerígenos, mutagénicos o teratogénicos en

el humano u otras formas de vida.

Otro tipo de residuos peligrosos son los biológico-infecciosos, son aquellos provenientes de hospitales y que por sus características representan un peligro para la salud.

Además de estas características la USEPA define a un residuo como peligroso si cumple con al menos una de las siguientes condiciones:

- Proveniente de una fuente no especificada (residuos genéricos de los procesos industriales).
- Proveniente de una fuente especificada (de industrias específicas)
- Productos o intermediarios químicos específicos.
- Mezclas que contiene un residuo peligroso de la tabla 3.

Bibliografía

Brunner C.R., 1985. Hazardous Air Emissions from Incineration, Chapman and Hall, Nueva York. pp 134-171.

Brunner C.R., 1991. Handbook of Incineration Systems, Mc Graw-Hill Inc., Nueva York. pp 9.4 y 10.6.

Kiang Y.H. 1982. Hazardous Waste Processing Technology, Londres. pp 34-35.

Lindgren G., 1983. Guide to Managing Industrial Hazardous Waste, Lewis Publishers, Michigan pp 3-22.

Wentz C.A., 1989. Hazardous Waste Management, McGraw Hill, Nueva York. pp 145-228.

Wilson C.D. 1981. Waste Management Planning Evaluation Technologies, Oxford University Press. pp 16, 18, 154-172.

World Bank Technical Paper 0253-7444, 1989. The Safe Disposal of Hazardous Wastes; No. 93. pp 653-665, 683-734.

Tabla 3. Sustancias que hacen a un residuo peligroso

Número de Residuo Peligroso de la EPA	Sustancia Química	Concentración Máxima (mg/l)
D004	Arsénico	5.0
D005	Bario	100.0
D006	Cadmio	1.0
D007	Cromo	5.0
D008	Plomo	5.0
D009	Mercurio	0.2
D010	Selenio	1.0
D011	Plata	5.0
D012	Endrin'	0.02
D013	Lindano'	0.4
D014	Metoxicloro'	10.0
D015	Toxafeno'	0.5
D016	2,4 D'	10.0
D017	Silvex'	1.0

- ' (1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo-5,8-dimetano naftaleno)
- ' (1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano, isomero gama)
- ' (1,1,1-tricloro-2,2-bis [p-metoxifenil] etano)
- ' (C₁₀H₁₀Cl₆; 67-69% clorado)
- ' (ácido 2,4-dicloro-fenoxi-acético)
- ' (ácido 2,4,5-tricloro-fenoxi-propiónico)

Tabla 1.

DIAGRAMA DE CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

GRUPOS DE RESIDUOS POR TIPO INDUSTRIAL	AGRICULTURA, SILVICULTURA, Y PRODUCCION ALIMENTICIA A	EXTRACCION MINERAL B	GENERACION DE ENERGIA C	MANUFACTURA DE METALES D	MANUFACTURA DE NO-METALES PRODUCTOS MINERALES E	INDUSTRIAS QUIMICAS Y AFINES F	BENEFICIO DE METALES INGENIERIA Y AUTOMOTRIZ G	INDUSTRIA TEXTIL, CURTIDURIA Y DE CONSTRUCCION H	MANUFACTURA DEL PAPEL, IMPRENTA Y PUBLICIDAD I	SERVICIOS HOSPITALARIOS Y DE SALUD K	SERVICIOS PERSONALES COMERCIALES L
I RESIDUOS INORGANICOS											
Asidos y bases	X		X	X		X	X	X	X		
Residuos de cianuro				X							
Lodos y escorias con metales pesados				X	X	X	X	X			
Residuos de asbestos					X	X					
Residuos oxidos n.o.s.				X		X	X				
II RESIDUOS ACEITOSOS								X			
III RESIDUOS ORGANICOS											
Solventes halogenados pesados						X	X	X			X
Residuos de solventes no halogenados	X					X	X	X	X		
Residuos de PCBs						X	X				
Residuos de plásticos y resinas						X	X	X	X		
Residuos de BHCs	X				X	X	X	X	X		
Residuos de compuestos químicos orgánicos			X	X		X					
IV RESIDUOS ORGANICOS PUTRESCIBLES	X					X					
V RESIDUOS FOOD PELIGROSOS/GRAN VOLUMEN		X	X			X					
VI RESIDUOS DIVERSOS											
Residuos infecciosos	X									X	
Residuos de laboratorio						X				X	
Residuos empotrados						X	X				X

Nota: n.o.s. = no es específico de otro material

Source: "The Safe Disposal of Hazardous Wastes, The Special Need and Problems of Developing Countries", Vol. II, (1989), World Bank Technical Paper Number 83.

GRUPOS INDUSTRIALES

- A** **Agricultura, Silvicultura y Producción alimenticia.**
- agricultura, manejo de floresta, pesca;
 - productos animales y vegetales del sector alimenticio;
 - industria de bebidas;
 - manufactura de alimentos para animales.
- B** **Extracción mineral (excluyendo hidrocarburos).**
- minería y explotación de canteras de minerales no-metálicos;
 - minería y explotación de canteras de minerales metálicos.
- C** **Energía.**
- industria del carbón, incluyendo extracción mineral, fábricas de gas y coqueo;
 - industria del petróleo y gas incluyendo extracción de aceite y gas y productos refinados.
- D** **Manufactura de metales**
- metalurgia férrea;
 - metalurgia no-férrea.
 - fundición y operaciones de explotación de metales
- E** **Manufactura de Productos Minerales No-metálicos.**
- materiales de construcción, cerámica y vidrios;
 - refinamiento de sal;
 - beneficio de asbestos;
 - productos abrasivos.
- F** **Industrias químicas y afines.**
- petroquímicas;
 - producción de compuestos químicos primarios;
 - producción de tintas, barnices, pinturas y pegamentos;
 - fabricación de productos fotográficos;
 - industria del perfume y fabricantes de jabones y detergentes
 - hule terminado y materiales plásticos
 - producción de pólvora y explosivos;
 - producción de biocidas.
- G** **Beneficio de metales, Industrias automotrices y de ingeniería.**
- ingeniería mecánica;
 - manufactura de maquinaria y procesamiento de resultados del equipo;
 - ingeniería eléctrica y electrónica;
 - manufactura de vehículos automotrices y partes;
 - manufactura de otro equipo de transporte;
 - ingeniería de instrumentación;
 - otras industrias de manufactura de beneficio de metales n.o.s.

H **Industria textil, de piel y de madera.**

- industria textil, ropa y calzado;
- industria de cuero y piel;
- industria de madera y equipo mobiliario;
- otras industrias de manufactura de compuestos no metálicos

J **Manufactura de papel, imprenta y publicación.**

- papel e industria del cartón;
- imprenta publicación y laboratorios fotográficos.

K **Servicios hospitalarios, sanitarios y de salud.**

- salud, hospitales, centros médicos y laboratorios;
- servicios veterinarios.

L **Servicios comerciales y personales.**

- lavanderías, limpieza en seco y tintorerías;
- servicios domésticos;
- instituciones de cosméticos (p.ej., peluquerías);
- otros servicios personales n.o.s.

Tabla 3. Sustancias que hacen a un residuo peligroso

Número de Residuo Peligroso de la EPA	Sustancia Química	Concentración Máxima (mg/l)
D004	Arsénico	5.0
D005	Bario	100.0
D006	Cadmio	1.0
D007	Cromo	5.0
D008	Plomo	5.0
D009	Mercurio	0.2
D010	Selenio	1.0
D011	Plata	5.0
D012	Endrin'	0.02
D013	Lindano'	0.4
D014	Metoxicloro'	10.0
D015	Toxafeno'	0.5
D016	2,4 D'	10.0
D017	Silvex'	1.0

- ' (1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo-5,8-dimetano naftaleno)
- ' (1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano, isomero gama)
- ' (1,1,1-tricloro-2,2-bis [p-metoxifenil] etano)
- ' (C₁₀H₁₀Cl₄; 67-69% clorado)
- ' (ácido 2,4-dicloro-fenoxi-acético)
- ' (ácido 2,4,5-tricloro-fenoxi-propiónico)

CAPITULO 3.- GENERALIDADES SOBRE RESIDUOS PELIGROSOS

3.1 DEFINICION.

Un residuo peligroso se define como "Un residuo sólido o una combinación de residuos, los cuales debido a su cantidad, concentración, sus características físicas, químicas o infecciosas pueden:

- (1) Causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o que produzcan incapacitación.
- (2) Poseer un peligro substancial o potencial para la salud humana o el ambiente cuando son tratados, almacenados, transportados o dispuestos inadecuadamente.

Aún cuando la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (USEPA), menciona el término "residuo sólido", ésta definición también incluye residuos semisólidos, líquidos y gaseosos (USEPA, 1990).

Se identifican como residuos peligrosos, cualquier residuo sólido que presente una o más de las siguientes características: (Norma Técnica Ecológica 001/88).

Inflamabilidad
Corrosividad
Reactividad
Explosividad
Toxicidad

Inflamabilidad.

La inflamabilidad es la característica utilizada para definir como peligroso, aquéllos residuos que pudieran causar un incendio, durante el transporte, almacenamiento o disposición. Ejemplos de residuos inflamables incluyen residuos de aceites y solventes gastados.

Un residuo presenta la característica de inflamabilidad si una muestra representativa del mismo tiene alguna de las siguientes propiedades:

1. Es un líquido que en solución acuosa contiene más del 24% en volumen de alcohol y tiene una temperatura de inflamación inferior a 60 grados Centígrados (140 grados Fahrenheit).
2. No es un líquido, pero es capaz de causar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (bajo presiones y temperaturas normales).
3. Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes (USEPA, 1990).

Corrosividad.

La corrosividad indicada por el pH, se escogió como característica de identificación de un residuo peligroso debido a que los residuos con alto o bajo pH pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o causar contaminantes tóxicos que migren de ciertos residuos. Ejemplos de residuos corrosivos incluyen residuos ácidos y salmuera usada en la manufactura del acero. La corrosión del acero es un primer indicador de un residuo peligroso ya que un residuo capaz de corroer el acero puede escapar de los tambores y liberar otros residuos.

Un residuo presenta la característica de corrosividad si una muestra representativa del mismo tiene cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Es acuoso y tiene un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5.
2. Es un líquido y corroe el acero (SAE 1020) a velocidades mayores de 6.35 mm (0.250 pulg) por año a una temperatura de prueba de 55 grados Centígrados (130 grados Fahrenheit) (USEPA, 1990).

Reactividad.

La reactividad es una característica de residuo peligroso, ya que los residuos inestables pueden poseer un problema explosivo en cualquier estado del ciclo del manejo del residuo. Ejemplos de residuos reactivos incluyen el agua proveniente de las operaciones de trinitrotolueno y los solventes gastados de cianuro.

Un residuo presenta las características de reactividad si una muestra representativa del mismo tiene cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Es normalmente inestable y presenta fácilmente cambios violentos sin detonación.
2. Reacciona violentamente con agua y cuando se combina con ella forma mezclas potencialmente explosivas, genera vapores, gases o humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar desequilibrio ecológico y daños al ambiente.
3. Es un residuo que contiene cianuros o sulfuros, el cual cuando es expuesto a condiciones de pH entre 2 y 12.5 puede generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para presentar un daño a la salud humana o al ambiente.
4. Es capaz de descomponerse fácilmente por detonación o reaccionar a presión y temperatura normales.
5. Es capaz de presentar reacciones de detonación si se somete a una fuente poderosa de iniciación o si se calienta bajo confinamiento (USEPA, 1990).

Explosividad.

Un residuo presenta la característica de explosividad si una muestra representativa del mismo tiene cualquiera de las siguientes propiedades:

1. Es más sensible a golpes o fricción que el dinitrobenceno.
2. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante explosiva a 25 grados Centígrados y una atmósfera de presión (Norma técnica ecológica 001/88).

Toxicidad.

Un residuo tóxico en contacto con un organismo viviente es capaz de producir la muerte, herir o en alguna forma dañar al organismo. Esas sustancias tóxicas son peligrosas dependiendo de la exposición al riesgo y la manera en la cual tal desecho se maneje (USEPA, 1990).

Efectos adversos tales como carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad son generalmente contraídos por el contacto con sustancias tóxicas. Estas propiedades intrínsecas definen los materiales tóxicos. Sin embargo, los términos "tóxico" y "peligroso" no son intercambiables. Las sustancias peligrosas pueden tener propiedades intrínsecas y extrínsecas. Por ejemplo, las propiedades extrínsecas de explosividad, inflamabilidad y reactividad no están referidas a la toxicidad química. En suma, "toxicidad" denota la capacidad de una sustancia para producir daño, mientras "peligroso" denota la probabilidad de que el daño resultará del uso o contacto con una sustancia (USEPA, 1990).

Se puede causar un daño agudo a los humanos o a los animales cuando los residuos tóxicos son inhalados, ingeridos o por el contacto por la piel. La toxicidad aguda es generalmente medida en términos de concentración o dosis letal (LD50) en el cual el 50% de la población de prueba morde debido a la exposición de una sustancia en particular bajo la condición preescrita (USEPA, 1990).

Un residuo presenta la característica de toxicidad si el extracto de muestra representativa del mismo contiene cualquiera de los contaminantes listados en la Tabla 1 (apéndice 1), en la concentración igual o mayor que el valor respectivo dado. (USEPA, 1990). Los métodos desarrollados para la evaluación de la toxicidad se describen en el Apéndice 1.

3.2 CLASIFICACION

3.2.1 CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO.

1.- Acabado de metales y galvanoplastia.

1.1 Producción en general.

Lodos provenientes de lavado de metales y operaciones de desengrasado.
Sales precipitadas de los baños de regeneración de níquel.
Baños de anodización del aluminio.
Residuos provenientes del latonado.
Residuos provenientes del cadmizado.
Residuos provenientes del cromado.
Residuos provenientes del cobrizado.
Residuos provenientes del plateado.
Residuos provenientes del estañado.
Residuos de catalizadores agotados.
Residuos de procesos electrolíticos que contengan mercurio.
Soluciones gastadas de baños de cianuro de las operaciones de galvanoplastia.
Soluciones gastadas de cianuro de los baños de sal en la limpieza de recipientes en las operaciones de tratamiento en caliente de metales.

2.- Beneficio de metales.

2.1 Fundición del plomo.

Lodos y polvos del equipo de control de afinado.
Escorias provenientes del horno.
Lodos provenientes de la laguna de evaporación.
Solución residual del lavador de gases que provienen del afinado.

2.2 Producción de aluminio.

Soluciones gastadas provenientes de la extrusión.
Lodos de las soluciones de cal del lavador de gases en la fundición y refinado del aluminio.

2.3 Producción primaria de cobre.

Lodos de las purgas de las plantas de ácido.
Escorias provenientes del horno de fundición.
Residuos del proceso de extrusión de tubería de cobre.

2.4 Producción de hierro y acero.

Residuos del aceite gastado.
Licor gastado en las operaciones de acero inoxidable.
Lodos y polvos del equipo de control de emisiones de hornos eléctricos.

2.5 Producción de aleaciones de hierro.

Lodos y polvos del equipo de control de emisiones en la producción de hierro-cromo.
Colas en las plantas de manufactura de hierro-níquel.

2.6 Producción de níquel.

Lodos de la manufactura de las aleaciones de níquel.
Residuos de la producción de carbonilo de níquel.

2.7 Producción primaria de zinc.

Lodos de tratamiento de aguas residuales y/o purgas de la planta de ácido.
Lodos del ánodo electrolítico.
Residuo del lixiviado de cadmio.

2.8 Producción de coque.

Lodos de destilación con cal amoniacal.
Lodos de alquitrán con tanque sedimentador.

3.- Componentes electrónicos.

3.1 Operaciones de maquila , formación y termoformación plástica de componentes electrónicos.

Aceites residuales de las operaciones.

3.2 Operaciones de maquila, química/electroquímica y revestimiento de componentes electrónicos.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de las operaciones.

3.3 Operaciones de revestimiento de componentes electrónicos.

Residuos de pintura.

3.4 Producción de cintas magnéticas.

Residuos de la producción.

3.5 Producción de circuitos electrónicos.

Residuos de la producción.

3.6 Producción de semiconductores.

Residuos de la producción.

3.7 Producción de tubos electrónicos.

Residuos de la producción.

4.- Curtiduría.

4.1 Acabado de productos de cuero.

Residuos de los acabados.

4.2 Curtido de cuero.

Residuos de la curtiduría.

5.- Explosivos.

5.1 Producción en general.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.

Carbón agotado del tratamiento de aguas residuales que contienen explosivos.

Lodos del tratamiento de aguas residuales en la fabricación, formulación y carga de los compuestos iniciadores del plomo base.

Agua rosa-roja de las operaciones de trinitrotolueno.

Residuos de la manufactura de cerillos y productos pirotécnicos.

Residuos de la manufactura del propelente sólido.

6.- Materiales plásticos y resinas sintéticas.

6.1 Producción de fibra de rayón.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.

6.2 Producción de látex estireno butadieno.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas

6.3 Producción de resinas acrilonitrilo-butadieno-estireno.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.
Pigmentos residuales.

6.4 Producción de resinas derivadas del fenol.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.

6.5 Producción de resinas poliéster.

Catalizador gastado.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.
Pigmentos residuales.

6.6 Producción de resinas de poliuretano.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.

6.7 Producción de resinas de silicón.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales de los sistemas de lavado de emisiones atmosféricas.
Solventes gastados.

6.8 Producción de resinas vinílicas.

Aguas residuales de la etapa de producción.
Fondajes de tanques de almacenamiento de monómeros.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.- Metalmecánica.

7.1 Producción en general.

Aceltes gastados de corte y enfriamiento en las operaciones de talleres de maquinado.
Residuos provenientes de las operaciones de barrenado y esmerilado.
Soluciones de los baños de templado provenientes de las operaciones de enfriamiento.
Residuos de las operaciones de limpieza, alcalina o ácida.
Pinturas, solventes, lodos, limpiadores y residuos provenientes de las operaciones de recubrimiento, pintado y limpieza.

8.- Minería.

8.1 Extracción de antimonio.

Colas provenientes de la concentración.

8.2 Extracción de óxidos de cobre.

Residuos provenientes de la concentración del mineral a través de lixiviación por acolmatación seguido por precipitación del hierro.
Residuos provenientes de la concentración del mineral por el proceso de lixiviación por vertido seguido por precipitación del hierro.
Residuos provenientes del proceso de lixiviación in situ seguida por precipitación del hierro.

8.3 Extracción de pirita de cobre.

Residuos de la concentración del mineral por las técnicas de flotación y lixiviado en tina.

Residuos provenientes de la concentración del mineral mezclados con óxidos de cobre usando la técnica de precipitación del hierro.

8.4 Extracción de plomo-zinc.

Colas provenientes de la concentración de los sólidos por flotación.

9.- Petróleo y petroquímica básica.

9.1 Producción de acrilonitrilo.

Corriente de fondo del desorbedor de aguas residuales.

Corriente de fondo de la columna de acetonitrilo.

Fondos de la columna de purificación de acetonitrilo.

9.2 Producción de butadieno.

Residuos de la deshidrogenación del n-butano.

9.3 Producción del monómero de cloruro de vinilo.

Fondos pesados de la destilación del cloruro de vinilo.

9.4 Refinación del petróleo.

Natas del sistema de flotación con aire disuelto.

Sólidos y emulsiones aceitosas.

Lodos de la limpieza de intercambiadores de calor.

Lodos del separador API.

Residuos de pigmentos de selenio y cadmio.

Fondajes de tanques.

Filtros-ayuda gastados (tortas de filtrado).

Catalizadores gastados.

Alquitranes o breas diversas.

Lodos de torres de enfriamiento.

Lodos del tratamiento biológico.

Residuos de aldehído.

10.- Pinturas y productos relacionados.

10.1 Producción de derivados de pinturas.

Residuos de impermeabilizantes y selladores.
Residuos de retardadores de flama y pinturas base.
Residuos del secador de barniz.

10.2 Producción de lacas.

Agentes limpiadores y lodos de tratamiento de aguas residuales en producción.
Bolsas y envases de materia prima.

10.3 Producción de mastique y productos derivados.

Agentes limpiadores y lodos de tratamiento de aguas residuales.
Bolsas y empaques de materia prima.
Residuos del equipo de control de la contaminación del aire.

10.4 Producción de pinturas.

Agentes limpiadores y lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pinturas base solvente.
Residuos de pigmentos de selenio y cadmio.
Bolsas y envases de materia prima de la producción de pinturas base solvente.
Lodos provenientes de la producción.
Agentes limpiadores y lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pinturas base agua.
Bolsas y envases de materia prima de la producción de pinturas base agua.

11. Plaguicidas.

11.1 Producción del ácido etileno-bisditlocarbámico y sus sales.

Aguas residuales del proceso (incluyendo sobrenadantes, filtrados y aguas de lavado).
Aguas de lavado del venteo del reactor.
Sólidos de la filtración, evaporación y centrifugación.
Polvos recolectados en filtros de bolsa y barrido del piso en las operaciones de molienda y embalaje.

11.2 Producción de atracina.

Residuos de la producción.

11.3 Producción de bromuro de metilo.

Aguas residuales del reactor y ácido sulfúrico gastado del secador del ácido.
Absorbentes gastados y aguas residuales del separador de sólidos.

11.4 Producción de clordano.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales y aguas de lavado de la cloración del ciclo-pentadieno.
Sólidos retenidos en la filtración de hexaclorociclopentadieno.
Residuos del lavador al vacío del clorador de clordano.

11.5 Producción de clorotolueno.

Residuos de la producción.

11.6 Producción de creosota.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.

11.7 Producción de 2,4-D.

Residuos del 2,6-diclorofenol.
Aguas residuales no tratadas.

11.8 Producción de disulfotón.

Fondos de destilación en la recuperación de tolueno.
Lodos del tratamiento de aguas residuales.

11.9 Producción de forato.

Aguas residuales del lavado.
Sólidos de la filtración del ácido dietilfosforoditióico.
Lodos del tratamiento de aguas residuales.

11.10. Producción de malatión.

Residuos de la producción.

11.11 Producción de MSMA y ácido cacodílico.

Subproductos salinos.

11.12 Producción de paratión y metilparatión.

Residuos de la producción.

11.13 Producción de toxafeno.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.
Aguas residuales no tratadas del proceso.

12.- Preservación de la madera.

12.1 Producción en general.

Lodos sedimentados del tratamiento de aguas en procesos que utilizan creosota, clorofenol, pentaclorofenol y arsenicales.

13.- Producción de baterías.

13.1 Producción en general.

Lodos del tratamiento de aguas residuales en la producción de baterías plomo-ácido.
Lodos del tratamiento de aguas residuales en la producción de de baterías de níquel-cadmio.
Productos de desechos de las baterías níquel-cadmio.
Productos de desecho de las baterías zinc-carbono.
Productos de desecho de las baterías alcalinas.
Baterías de desechos y residuos de los hornos de la producción de baterías de mercurio.
Baterías de desecho de la producción de baterías de plomo ácido.

14.- Química farmacéutica.

14.1 Producción de medicamentos orgánicos.

Residuos de la producción.
Medicamentos caducos.

14.2 Producción de productos veterinarios de compuestos de arsénico u organo-arsenicales.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.

Residuos de destilación (breas) de compuestos a base de anilina.

Carbón activado gastado de la decoloración de productos.

15.- Química inorgánica.

15.1 Producción de ácido fluorhídrico.

Lodos del tratamiento de las aguas residuales.

15.2 Producción de cloro (proceso de celdas de diafragma usando ánodos de grafito).

Residuos de hidrocarburos clorados de la etapa de purificación.

15.3 Producción de cloro (proceso de celdas de mercurio).

Lodos de la purificación de salmuera, donde la salmuera purificada separada no se utiliza.

Lodos del tratamiento de aguas residuales.

Catalizador agotado de cloruro de mercurio.

15.4 Producción de fósforo.

Lodos del tratamiento.

Residuos de la producción.

15.5 Producción de pigmentos de cromo y derivados.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos naranja y amarillo de cromo.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos verdes de cromo.

Filtros ayuda gastados.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos verdes de óxido de cromo (anhídros e hidratados).

Residuos del horno de la producción de pigmentos verdes de óxido de cromo.

15.6 Producción de otros pigmentos inorgánicos.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos naranja de molibdato.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos amarillos de zinc.

Lodos del tratamiento de aguas residuales de la producción de pigmentos azules de hierro.

16. - Química orgánica.

16.1 Producción de acetaldehído a partir de etileno.

Fondos de la etapa de destilación.
Cortes laterales en la etapa de destilación.

16.2 Producción de anhídrido ftálico a partir del naftaleno.

Productos terminales ligeros de la destilación.
Fondos de la destilación.

16.3 Producción de anhídrido ftálico a partir del orto-xileno.

•• Productos terminales ligeros de la etapa de destilación.
Fondos de la etapa de destilación.

16.4 Producción de anhídrido maléico.

Residuos de la producción.

16.5 Producción de anilina.

Fondos de destilación.
Residuos del proceso de extracción del producto.

16.6 Producción de clorobencenos.

Fondos de destilación o de la columna fraccionadora.
Corrientes acuosas de la etapa de lavado del reactor del producto.

16.7 Producción de cloruro de bencilo.

Fondos de la etapa de destilación.

16.8 Producción del cloruro de etilo.

Fondos pesados de la columna fraccionadora.

16.18 Producción de metiletilpiridina.

Residuos de las torres de lavado de gases.

16.19 Producción de nitrobenceno/anilina.

Corrientes combinadas de aguas residuales.

16.20 Producción de nitrobenceno mediante la nitración del benceno.

Fondos de la destilación.

16.21 Producción de tetracloruro de carbono

Fondos pesados o productos residuales de la etapa de destilación.

16.22 Producción de toluendiamina vía halogenación de dinitrotolueno.

Agua de reacción (subproducto) de la columna de secado.
Productos líquidos terminales ligeros condensados de la etapa de purificación del producto.
Fondos pesados de la etapa de purificación del producto.
Vecinales de la etapa de purificación del producto.

16.23 Producción de 1,1,1-tricloroetano.

Catalizadores agotados del reactor de hidrocloración.
Residuos del lavador de producto.
Fondos de la etapa de destilación.
Fondos pesados de la columna de pesados.

16.24 Producción combinada de tricloroetileno y percloroetileno.

Fondos o residuos pesados de las torres.

17.- Textiles.

17.1 Producción en general.

Tambos y contenedores con residuos de tintes y colorantes.
Lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales.
Residuos de detergentes, jabones y agentes dispersantes.
Residuos ácidos o alcalinos.
Residuos provenientes del blanqueado.
Residuos de adhesivos y polímeros.
Residuos de agentes enlazantes y de carbonización.

16.9 Producción de dibromuro de etileno vía bromación de eteno.

Aguas residuales del lavador de gases de venteo del reactor.
Absorbentes sólidos gastados de la etapa de purificación del producto.
Fondos de la etapa de purificación del producto.

16.10 Producción del dicloroetileno.

Fondos pesados de la etapa de destilación.

16.11 Producción de diisocianato de tolueno.

Residuos de centrifugación y destilación.

16.12 Producción de diisocianato de tolueno vía fosgenación de la toluendiamina.

Condensados orgánicos de la columna de recuperación de solventes.

16.13 Producción de 1,1-dimetilhidracina (UDMH) a partir de hidrazinas de ácidos carboxílicos.

Fondos de la torre de separación de productos.
Cabezas condensadas de la columna de separación de producto y gases condensados del venteo del reactor.
Cartuchos de los filtros agotados de la purificación del producto.
Cabezas condensadas de la columna de separación de intermedios.

16.14 Producción de dinitrotolueno vía nitración de tolueno.

Aguas del lavado del producto

~~16.15 Producción de epíclorhidrina.~~

Fondos pesados de la columna de purificación.

16.16 Producción de fenol/acetona a partir del cumeno.

Fondos pesados (brea) de la etapa de destilación.

16.17 Producción de fluorometanos.

Residuo de catalizador agotado de antimonio en solución acuosa.

Clasificación de residuos por fuente no específica.

1.- Fuentes diversas y no específicas.

1.1 Fuentes no específicas.

Envases y tambos vacíos usados en el manejo de residuos peligrosos.

Lodos de oxidación del tratamiento biológico de aguas residuales que contengan cualquier sustancia tóxica al ambiente.

Residuos o bifenilos policlorados o de cualquier otro material que los contenga en concentraciones mayores de 50 ppm.

Residuos de asbesto en todas sus formas.

Grasas y aceites gastados.

Los siguiente solventes halogenados gastados en operaciones de desengrasado: tetracloroetileno, tricloroetileno, cloruro de metileno, 1,1,1-tricloroetano, tetracloruro de carbono, fluorocarbonos clorados y los sedimentos o colas de la recuperación de éstos solventes y mezclas de solventes gastados.

Los siguientes solventes halogenados gastados usados en otras operaciones que no sea el desengrasado: tetracloroetileno, cloruro de metileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, clorobenceno, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano, orto-diclorobenceno, triclorofluorometano y 1,1,2-tricloroetano; y los sedimentos o colas de la recuperación de éstos solventes y mezclas de solventes gastados.

Los siguientes solventes gastados no halogenados: xileno, acetona, acetato de etilo, etilbenceno, éter etílico, metil isobutil cetona, alcohol n-butílico, ciclohexano y metanol; y los sedimentos o colas de la recuperación de éstos solventes y mezclas de solventes gastados.

Los siguientes solventes gastados no halogenados: tolueno, metiletilcetona, disulfuro de carbono, isobutanol, piridina, benceno, 2-etoxietanol, 2-nitropropano y los sedimentos o colas de la recuperación de éstos solventes y mezclas de solventes gastados.

Los siguientes solventes gastados no halogenados: cresoles, ácido cresílico, nitrobenceno y los sedimentos de la recuperación de éstos solventes gastados.

1.2 Fuentes diversas de residuos biológicos-infecciosos:

Residuos de sangre humana y productos derivados.

Residuo de cultivo y cepas de agentes infecciosos.

Residuos patológicos.

Residuos no anatómicos de unidades de pacientes.

Residuos de objetos punzocortantes.

Residuos infecciosos misceláneos como: medicamentos caducos,

Residuos químicos y de alimentos de enfermos contagiosos.

APENDICE 1.

Prueba de extracción, EP.

El propósito de la prueba de extracción, EP ("extraction procedure") es simular el ambiente que puede desarrollarse cuando los residuos sólidos industriales se disponen conjuntamente con residuos sólidos municipales en un relleno sanitario, el cual representa el caso extremo de mal manejo de residuos. Esta prueba consta de un medio de lixiviado que contenga ácido acético, para simular la infiltración que resulta cuando dichos residuos se combinan en el sitio de disposición, produciendo así lixiviados tóxicos.

La prueba de extracción EP, requiere una muestra de residuo representativa para mezclarse con el lixiviado acuoso que contiene el ácido acético, que es uno de los ácidos carboxílicos más dominantes en los lixiviados de residuos municipales. Después de un tiempo de extracción específico, el líquido se analiza y si contiene contaminantes que excedan la concentración de la tabla 1, entonces el residuo se considera peligroso.

Las concentraciones máximas de la tabla 1 se derivan de la multiplicación de las Normas primarias de agua potable, por un factor de 100, para considerar antes que nada la dilución debida al transporte del agua subterránea para llegar a un cuerpo receptor.

Tabla 1. Concentración máxima de contaminantes para la prueba de extracción EP (USEPA, 1990).

Contaminante	Concentración máxima (mg/litro)
Arsénico	5.0
Bario	100.0
Cadmio	1.0
Cromo	5.0
Plomo	5.0
Mercurio	0.2
Selenio	1.0
Plata	5.0
Endrin (1,2,3,4,10,10-Hexacloro-1,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4-endo, endo-5,8-di-metano-naftaleno.	0.02
Lindano (1,2,3,4,5,6-Hexacloro-ciclohexano, isómero gamma.	0.4
Metoxicloro (1,1,1-Tricloro-2,2-bis [p-metoxi] fenil etano.	10.0
Toxafeno (C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈ , Camfeno - clorado técnico, de 67 a 69 por ciento de cloro.	0.5
2,4, D (Acido 2,4- Diclorofenoxi-acético.	10.0
2,4,5-TP Silvex (Acido 2,4,5-Tri-clorofenoxipropiónico).	1.0

Se han identificado tres dificultades principales en la prueba de extracción EP:

(1) Las normas de toxicidad solo disponían de 14 contaminantes que correspondían al agua potable, por lo que la lista de constituyentes no contenía tantos materiales peligrosos como los que estaban presentes en los residuos industriales.

(2) Aún cuando el ácido acético simulaba el lixiviado de metales presentes en los residuos industriales, no se puede usar para probar el potencial de lixiviación de los compuestos orgánicos volátiles.

(3) No había una base clara para seleccionar los contaminantes siguiendo las consideraciones del modelo de agua subterránea y de toxicidad.

Procedimiento para caracterizar a un lixiviado por su toxicidad (TCLP).

Para cubrir las deficiencias de la prueba de extracción EP, la USEPA propuso cambios importantes a la prueba de toxicidad del lixiviado (junio 13, 1986). Estos cambios son principalmente: la adición de 38 compuestos orgánicos a la prueba de extracción EP; la especificación de niveles reglamentarios basados en el riesgo y un rediseño del procedimiento de lixiviado.

La infraestructura general para la dictaminación de los niveles reglamentarios para la asignación o rechazo de la prueba TCLP representa un paso importante en el control de los residuos peligrosos y establece los límites de concentración que pueden estar presentes. El objetivo del procedimiento es limitar la disposición de los residuos donde la lixiviación podría causar condiciones peligrosas debido a un mal manejo de éstos.

La agencia de protección ambiental de Estados Unidos de América (USEPA), propuso la aproximación de dos fases para el desarrollo de los factores de dilución/atenuación (DAFs). En la primera fase un DAF general podría asignarse a los 38 nuevos constituyentes (e.g., 100 ó 500). Durante la segunda fase, se continuaría el uso del DAF genérico, se emplearía un modelo de transporte de agua subterránea para desarrollar los DAFs específicos para cada constituyente o se usaría una combinación de ambas metodologías.

La prueba TCLP es más específica al determinar el diseño de su recipiente de extracción, el cual debe ser un extractor sin espacio superior y se debe de utilizar para compuestos orgánicos volátiles. También requiere el uso de un fluido de lixiviación más ácido para residuos extremadamente alcalinos (por ejemplo, residuos con pH mayor de cinco), para asegurar que el potencial de lixiviación del residuo no está subestimado, la utilización de un medio predefinido para la lixiviación, elimina la necesidad de ajustar el pH continuamente. El tiempo de extracción es de 18 horas y se puede emplear para evaluar la movilidad tanto de contaminantes orgánicos como inorgánicos.

Se desarrollaron límites de regulación en tres pasos, primero se establece un nivel de referencia de toxicidad crónica, posteriormente se desarrolla un factor de dilución-atenuación para el constituyente basado en el modelo de transporte y finalmente se multiplican ambos valores para establecer el nivel de regulación.

En Marzo 29 de 1990, se agregaron 25 constituyentes orgánicos a la característica de toxicidad y estableció sus respectivos niveles reglamentarios.

NIVELES REGLAMENTARIOS PARA LOS CONTAMINANTES DE TOXICIDAD CARACTERISTICA

Contaminante	Nivel de referencia de toxicidad crónica (mg/litro)	Nivel reglamentario (mg/litro)
Arsénico	0.05	5.0
Bario	1.0	100
Benceno	0.005	0.5
Cadmio	0.01	1.0
Tetracloruro de carbono	0.005	0.5
Clordano	0.0003	0.03
Clorobenceno	1	100
Cloroformo	0.06	6
Cromo	0.05	5
o-Cresol	2	200
m-Cresol	2	200
Cresol	2	200
2, 4-D	0.1	10
1, 4-Diclorobenceno	0.075	7.5
1, 2-Dicloroetano	0.005	0.5
1, 1-Dicloroetileno	0.007	0.7
2, 4-Dinitrotolueno	0.0005	0.13
Endrin	0.0002	0.02
Heptacloro (y su hidróxido)	0.00008	0.008
Hexaclorobenceno	0.0002	0.13
Hexacloro-1, 3-butadieno	0.005	0.5
Hexacloroetano	0.03	3
Plomo	0.05	5
Lindano	0.004	0.4
Mercurio	0.002	0.2
Metoxicloro	0.1	10
Metiletilcetona	2	200
Nitrobenceno	0.02	2
Pentaclorofenol	1	100
Piridina	0.04	5
Selenio	0.01	1
Plata	0.05	5
Tetracloroetileno	0.007	0.7
Toxafeno	0.005	0.5
Tricloroetileno	0.005	0.5
2, 4, 5-Triclorofenol	4	400
2, 4, 6-Triclorofenol	0.02	2
2, 4, 5-TP (Silvex)	0.01	1
Cloruro de vinilo	0.002	0.2

El nivel de referencia de toxicidad crónica fué el punto de partida para el desarrollo de los valores reglamentarios de estos nuevos constituyentes. Estos niveles, están basados en los límites máximos de concentración establecidos bajo la Norma de agua potable de Estados Unidos de América. Para los constituyentes sin estos límites, la USEPA utilizó alguno de los siguientes dos niveles como valores de referencia de toxicidad crónica.

Dosis de referencia para constituyentes no carcinogénicos. Es un estimado de la dosis diaria de una sustancia, que no tendrá efectos adversos aún después de estar expuesto a ella. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (USEPA), los calculó asumiendo que una persona de 70 kg ingiere 2 litros de agua contaminada por día.

Dosis de riesgo específico para compuestos carcinogénicos. Es la dosis diaria de un carcinógeno que durante un tiempo de exposición resultará en una incidencia de cáncer igual al nivel del riesgo específico. El nivel de riesgo utilizado para un nivel de referencia de toxicidad crónica es 10^{-5} (esto significa, la probabilidad de que una persona en 100 000 contraerá alguna forma de cáncer en su tiempo de vida debido a la exposición al compuesto).

Factor de dilución/atenuación. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (USEPA), se valió de dos alternativas para establecer los factores de dilución/atenuación, una a partir de un constituyente específico y otra por aproximación genérica. Esta última no fué apropiada debido a la diversidad en los atributos de dilución y atenuación, que a través del constituyente podría provocar que se obtuvieran factores sub o sobre regulados para la mayoría de ellos. Por el contrario se encontró que los 25 nuevos constituyentes tenían factores de dilución/atenuación similares utilizando un modelo de transporte, el cual estima la reducción en la concentración de contaminantes que se realiza conforme migra a una fuente de agua potable subterránea. Tomando en cuenta los resultados, la USEPA determinó que un factor de dilución/atenuación de 100 era el apropiado para estos nuevos constituyentes.

COMPARACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCION

	Prueba de extracción (EP)	Procedimiento para caracterizar a un lixiviado por su toxicidad (TCLP)
Fluido de extracción	Acido acético 0.5 N agregado a agua destilada desionizada para un pH de 5 con una adición máxima de 400 ml. Ajuste continuo del pH	Solución de ácido acético 0.1 N (pH 2.9) para residuos que van de moderados a muy alcalinos y una solución buffer de acetato (pH 4.9) para otros residuos
Separación sólido-líquido	Tipo de filtro no específico. Filtración a 75 psi en incrementos de 10 psi y 0.45 μ m	Filtro de fibra de vidrio a 50 psi y 0.6-0.8 μ m
Reducción del tamaño de partícula/material monolítico	Uso de un procedimiento de integridad estructural o pulverización y molienda	Pulverización o molienda sola - mente. El procedimiento de integridad estructural no se usa
Recipiente de extracción	Diseño no específico. Recipiente de agitación con aspas aceptable	Extractor sin espacio superior para volátiles. Botellas para no volátiles. Los recipientes de agitación con aspa no se usan.
Agitación	Pobre definición de agitación aceptable	Solo agitación rotatoria de un extremo a otro a 30 \pm 2 rpm.
Tiempo de extracción	24 horas	18 horas



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 18: MUESTREO DE RESIDUOS PELIGROSOS

ING. RAUL MONTES DE OCA

MUESTREO

Y

CARACTERIZACION

MUESTREO:

El muestreo es la obtención de una muestra que guarde las mismas características del lugar donde fue 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 200 lts o para una serie 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

¿Quién requiere el muestreo?

¿Es únicamente para evaluar al residuo?

¿Es para disposición final?

¿Para identificación?

¿Es para control de pérdidas o de proceso?

Documentación de 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 bolsa			trier		trier
camiones de carga	caliwasa	trier	trier		trier
tanques o depósitos	dipper	trier	trier		trier
piletas			trier		trier
lagunas o fosas	dipper		trier		trier
tubería	dipper	dipper			

El contenedor

- El contenedor a utilizar en el muestreo debe 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 bases de teflón.

3.- Mezcla de residuos

La mezcla de un residuo peligroso, con otro residuo; será considerada como peligrosa comúnmente.

- Esto incluye a los recipiente 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 no se conoce nada o son residuos heterogéneos y por ello se muestran 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 accesabilidad 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.

CARACTERIZACION

1.- Definición de residuo peligroso

Un residuo peligroso es todo aquel que por sus características *Corrosiva, Reactiva, Explosiva, Tóxica, Inflamable y Biológica Infecciosa*, representa un peligro para el medio ambiente.

Corrosividad

Un residuo se considera peligroso por su corrosividad cuando presenta cualquiera de las 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 (SAE 1020), 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) de 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formado 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 o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg. de HCN/Kg. de residuo o 500mg. de H₂S/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 presentan cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobeneno.

- b) Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y 1 atm. 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
Níquel	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	Hexacloro-1, 3- butadieno	0.5
ácido 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 atm.)

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.

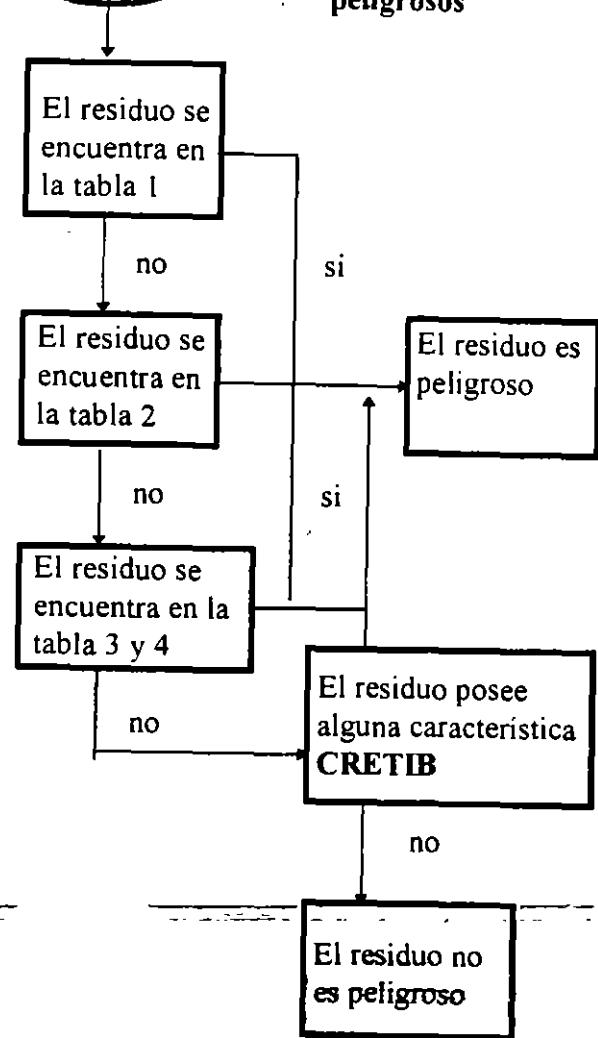
La tabla 2 (k), clasifica a los residuos peligrosos por fuente no específica.

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 y lodos específicos.

RESIDUO

Diagrama de flujo para identificación de residuos peligrosos



Name	Container ¹	Preservation	Maximum holding time
Phosphorus, total	P, G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ 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	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 ₂ S ₂ O ₃	14 days
Purgeable aromatic hydrocarbons	G, Teflon-lined septum	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ , HCl to pH 2	14 days
Acrolein and Acrylonitrile	G, Teflon-lined septum	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ , adjust pH to 4-5	14 days
Phenols	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	7 days until extraction 40 days after extraction
Benzidines	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	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 ₂ S ₂ O ₃	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 ₂ S ₂ O ₃ , store in dark	40 days after extraction
Polynuclear aromatic hydrocarbons	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ , store in dark	40 days after extraction
Haloethers	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	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 ₂ S ₂ O ₃	40 days after extraction
Total organic halogens	G, Teflon-lined cap	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ 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 ₃ to pH<2	6 months

Parameter	Container	Preservative	Holding Time
<u>Volatile Organics</u>			
Concentrated Waste Samples	8-oz widemouth glass with Teflon liner	None	14 days
<u>Liquid Samples</u>			
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-mouthglass with Teflon liner	Cool, 4° C	14 days
<u>Semivolatile Organics/Organochlorine Pesticides/PCBs</u>			
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.
<u>Water Samples</u>			
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 ¹	Preservation	Maximum holding time
Bacterial Tests:			
Coliform, fecal and total	P, G	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	6 hours
Fecal streptococci	P, G	Cool, 4° C, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	6 hours
Inorganic Tests:			
Acidity	P, G	Cool, 4° C	14 days
Alkalinity	P, G	Cool, 4° C	14 days
Ammonia	P, G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ 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 cabonaceous	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Chemical oxygen demand	P, G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ 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 ₃ to pH<2, H ₂ SO ₄ to pH<2	6 months
Hydrogen ion (pH)	P, G	None required	Analyze immediately
Kjeldahl and organic nitrogen	P, G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ to pH<2	28 days
Metals:			
Chromium VI	P, G	Cool, 4° C	24 hours
Mercury	P, G	HNO ₃ to pH<2	28 days
Metals, except chromium VI and mercury	P, G	HNO ₃ to pH<2	6 months
Nitrate	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Nitrate-nitrite	P, G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ , to pH<2	28 days
Nitrite	P, G	Cool, 4° C	48 hours
Oil and grease	G	Cool, 4° C, H ₂ SO ₄ to pH<2	28 days
Organic carbon	P, G	Cool, 4° C, HCl or H ₂ SO ₄ 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 ₂ SO ₄ to pH<2	28 days
Phosphorus (elemental)	G	Cool, 4° C	48 hours



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 20: MOVIMIENTO TRANSFRONTERIZO DE RESIDUOS
PELIGROSOS**

ING. LUIS WOLF

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 RECEPCIÓN 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", entendiéndose ésta 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

Estado	Maquiladoras	Nacionales	Suma	%
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
Total	1789	358	2147	100.00

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 limpadores (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 RESIDUO 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 Negras, 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, MONO 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 CETAL	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:

<input type="checkbox"/> ZONA INDUSTRIAL	<input type="checkbox"/> URBANA
<input type="checkbox"/> ZONA HABITACIONAL	<input type="checkbox"/> SUBURBANA
<input checked="" type="checkbox"/> PARQUE INDUSTRIAL (CIVAC)	<input type="checkbox"/> 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"			

1-1 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

1-2 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 USICADA 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 RESPONDE NO. EN EL CASO DE QUE SE CAPEZCA 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 ?
	CARRETERAS(S)
	VIAS FERREAS
	DUCTOS
	AEROPUERTO (CONSIDERANDO EL TRAFICO AEREO Y LA LAS RUTAS)
	¿ SE REALIZAN ACTIVIDADES EN TORNO A LA EMPRESA O PROYECTO EN LAS QUE SE MANEJEN SUSTANCIAS Y MATERIALES CON ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS ?

		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)

PIESCR: RECURSOS INSTRUMENTALES PARA LA EVALUACION SISTEMATIZADA DE GRANDES RIESGOS (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION EN COLOMBIA)

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 el 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.

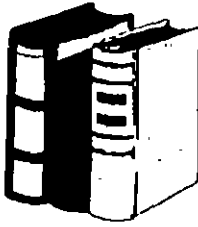
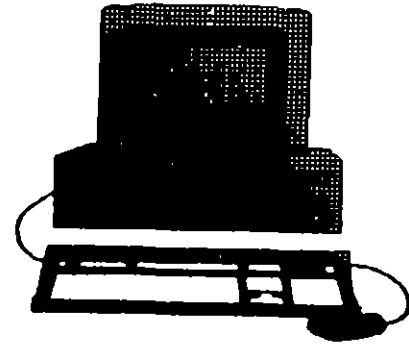
Fundamento Legal

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



GEOLOGICAS



CLIMATOLOGICAS



HIDROLOGICAS

OCEANOGRAFICAS

SOCIO-ECONOMICAS



BIOLOGICAS



DATOS GENERALES DEL SITIO

- **UBICACION DE LA PLANTA**
- **SUPERFICIE**
- **CARACTERISTICAS FISICAS**
- **CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS**
- **CARACTERISTICAS BIOLOGICAS**

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.

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

(Marco referencial para la Planeación y Análisis del PPA)

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

DATOS GENERALES DEL SITIO

ANALISIS DE RIESGO DE LA PLANTA

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**

COMITE DE ANALISIS Y APROBACION
DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION
DE ACCIDENTES (COAAPP)

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 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

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.

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.

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 DETERIRO DEL OZONO.

- CONVENIO DE VIENA

II ELIMINAR EL CONSUMO DE CLOROFLUOROCARBONOS (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

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.

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 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.

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.

DECISIONES 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

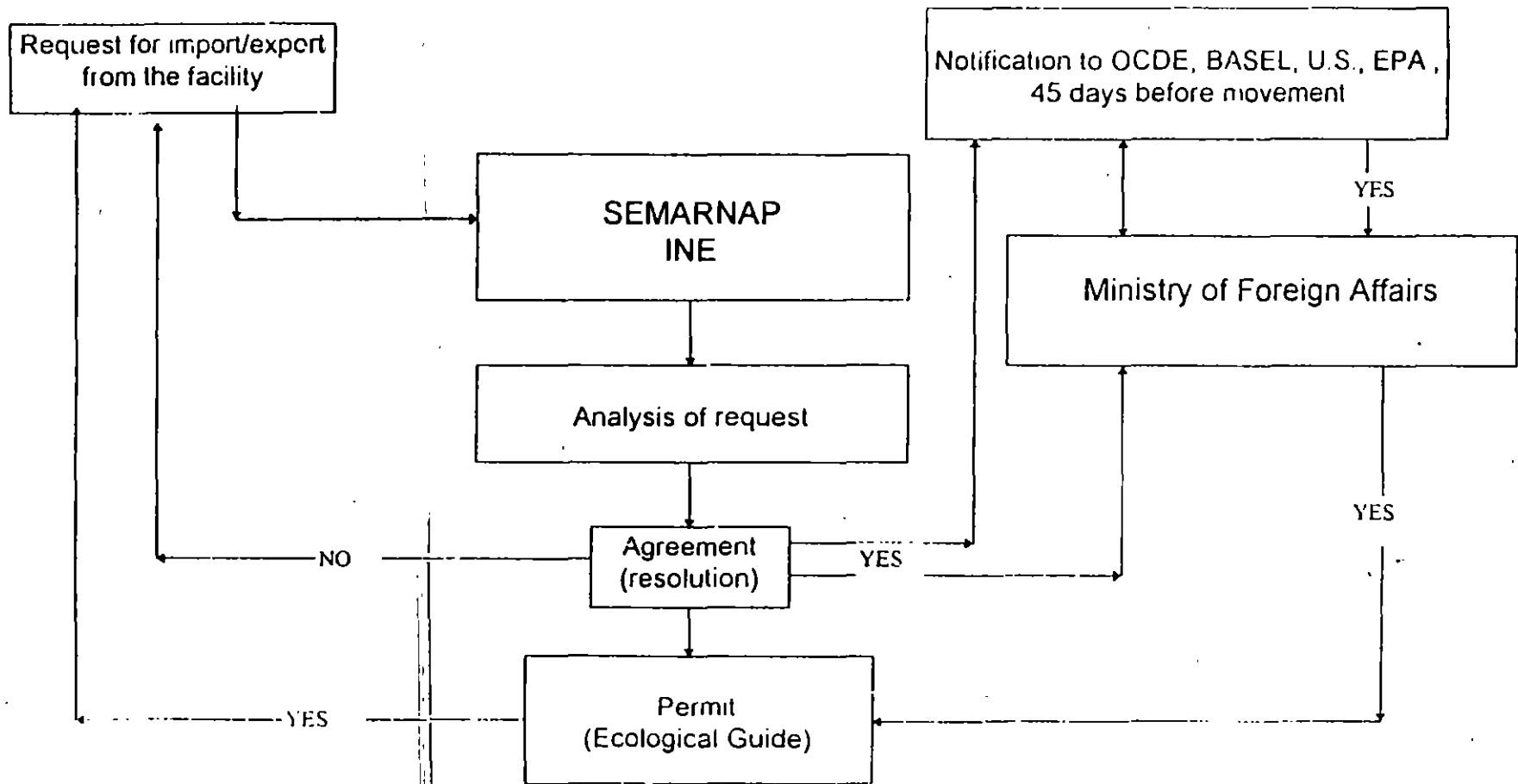
C 90/178 (enero 1991)

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 inoved 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.

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, ESTABLECER 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.

33

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.

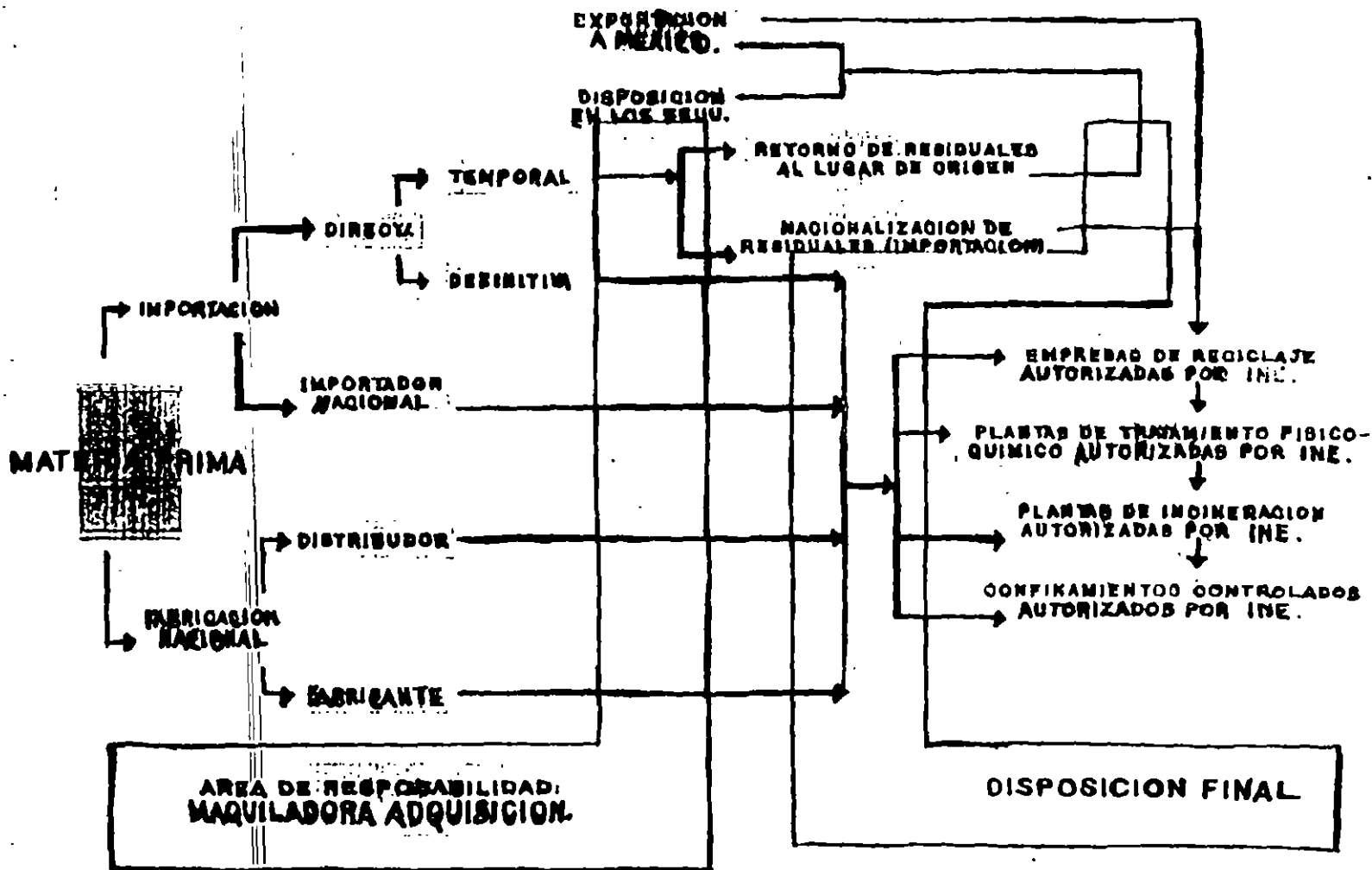
ANEXO I

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.

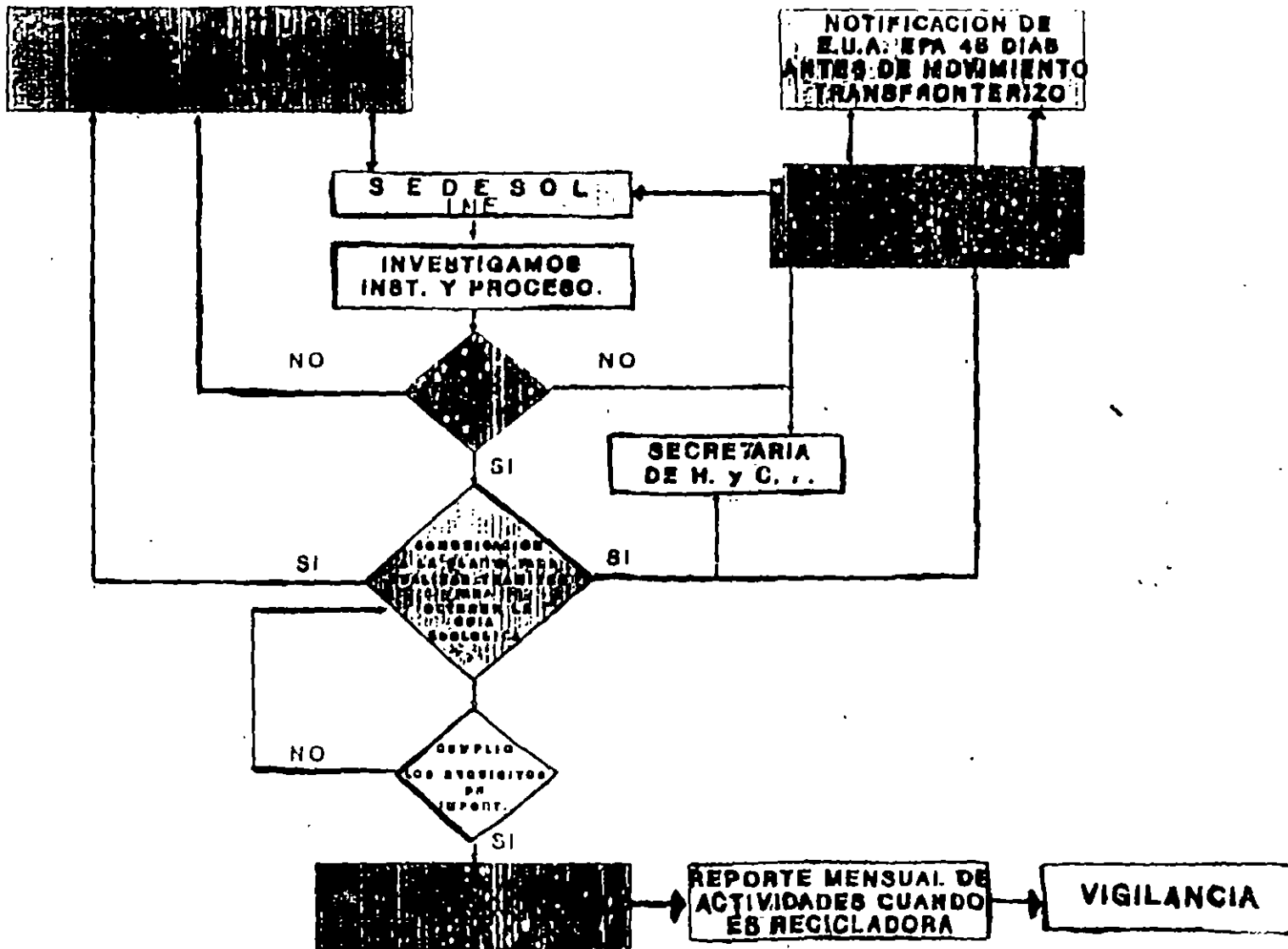
ANEXO III

- 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 SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS
SOLIDOS Y PELIGROSOS**

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

**TEMA 5: MANEJO INTERNO, ALMACENAMIENTO Y
TRANSPORTE DE RESIDUOS HOSPITALARIOS**

MC. PAULA NOREÑA

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

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

**MANEJO INTERNO, ALMACENAMIENTO
Y TRANSPORTE DE RESIDUOS
HOSPITALARIOS**

Palacio de Minería, mayo 1996.

CONTENIDO

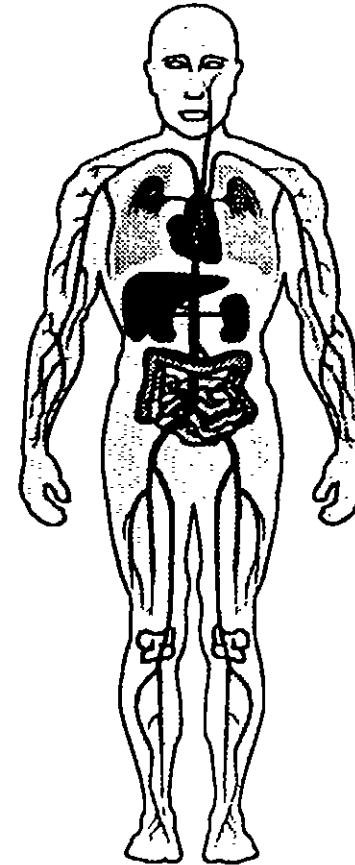
- ◆ **RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS**
- ◆ **IDENTIFICACIÓN**
- ◆ **ENVASE Y ALMACENAMIENTO**
- ◆ **TRANSPORTE**
- ◆ **SISTEMAS DE MANEJO INTERNO**
- ◆ **OPCIONES DE ORGANIZACIÓN**

RESIDUO PELIGROSO BIOLÓGICO INFECCIOSO

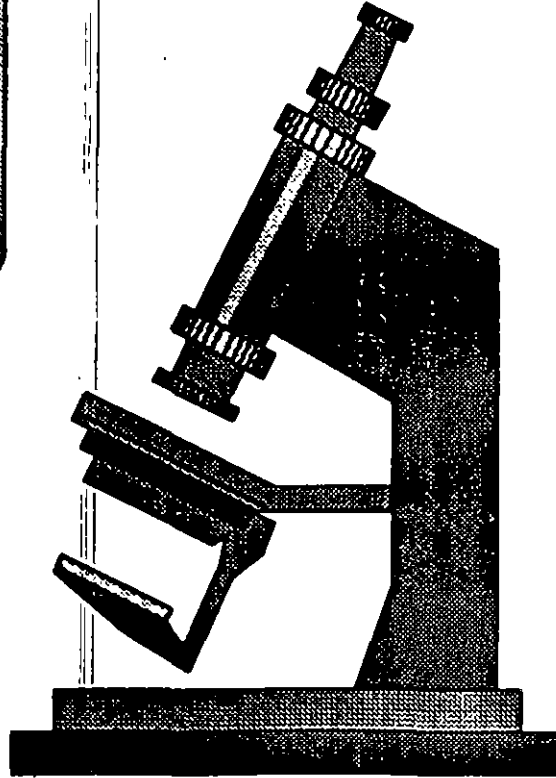
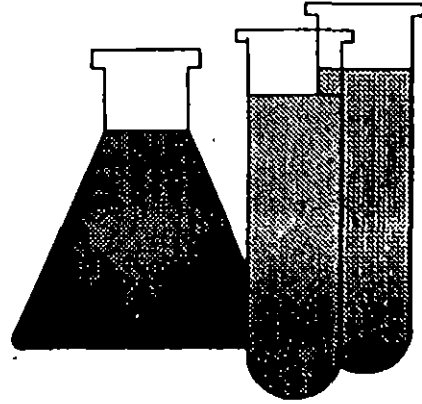
- ◆ **EL QUE CONTIENE BACTERIAS, VIRUS U OTROS MICROORGANISMOS CON CAPACIDAD DE CAUSAR INFECCIÓN O QUE CONTIENE TOXINAS PRODUCIDAS POR MICROORGANISMOS QUE CAUSAN EFECTOS NOCIVOS A SERES VIVOS Y AL AMBIENTE, QUE SE GENERA EN ESTABLECIMIENTOS QUE PRESTEN ATENCIÓN MÉDICA, TALES COMO HOSPITALES, CONSULTORIOS MÉDICOS, ASÍ COMO LABORATORIOS DE PRODUCCIÓN DE BIOLÓGICOS, DE ENSEÑANZA Y DE INVESTIGACIÓN, TANTO HUMANOS COMO VETERINARIOS.**

IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS

- ◆ **INFECCIOSOS**
(Sangre: cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos y residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.
- ◆ **PUNZOCORTANTES**
- ◆ **PATOLÓGICOS**



RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS



- ◆ **CARACTERÍSTICAS**
- ◆ **ÁREAS DE GENERACIÓN**
- ◆ **NIVELES DE ATENCIÓN DE LOS CENTROS DE SALUD**
- ◆ **MARCO LEGAL**
- ◆ **OPCIONES DE TRATAMIENTO**
- ◆ **GENERALES**

Cuadro 1
SERVICIOS DE UN CENTRO DE ATENCIÓN DE SALUD (HOSPITAL)
Y LOS TIPOS DE RESIDUOS QUE PUEDEN GENERAR

SERVICIOS DE UN HOSPITAL	TIPO DE RESIDUOS
SERVICIOS DE HOSPITALIZACIÓN: 1. Salas de hospitalización 2. Salas de operación 3. Salas de partos 4. Central de equipos 5. Admisión 6. Servicio de emergencia 7. Otros	Residuos infecciosos
SERVICIOS AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO: 8. Anatomía patológica 9. Laboratorio 10. Radiodiagnóstico 11. Gabinetes 12. Audiometría 13. Isótopos radiactivos 14. Endoscopia 15. Cistoscopia 16. Radioterapia 17. Banco de sangre 18. Medicina física 19. Otros	Residuos infecciosos y especiales
SERVICIOS DE CONSULTA EXTERNA: 20. Consulta externa 21. Otros	Residuos infecciosos
SERVICIOS DIRECTOS COMPLEMENTARIOS: 22. Enfermería 23. Relaciones públicas y trabajo social 24. Archivo clínico 25. Dietética 26. Farmacia 27. Otros	Residuos especiales y comunes
SERVICIOS GENERALES 28. Servicios indirectos 29. Alimentación 30. Lavandería 31. Almacén 32. Ingeniería y mantenimiento 33. Programa docente 34. Programa de investigación 35. Otros	Residuos comunes y especiales

TABLE II
Categories of Waste Produced by Various Types of Health Care Service

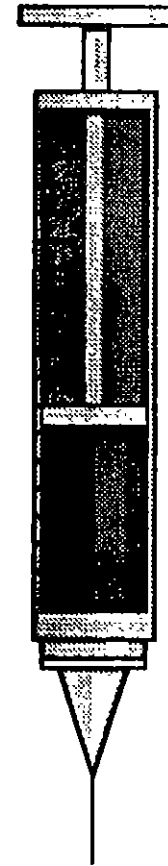
Source	Waste Category							
	General	Pathological	Radioactive	Chemical	Infectious	Sharps	Pharmaceutical	Pressurized Containers
<u>Patient services</u>								
Medical	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Surgical	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Operating-theater	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Recovery and intensive care	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Isolation ward	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Dialysis unit	x	x ^a	x	x	x	x	x	
Oncology unit	x	x ^a	x	x	x	x	x	
Emergency	x	x ^a	x	x	x	x	x	x
Outpatient clinic	x	x ^a	x	x	x	x	x	
Autopsy room	x	x ^a	x	x	x	x		
Radiology	x	x ^a	x	x	x	x		
<u>Laboratories</u>								
Biochemistry	x	x ^a	x	x	x	x		
Microbiology	x	x ^a	x	x	x	x		
Hematology	x	x ^a	x	x	x	x		
Research	x	x ^a	x	x	x	x		x
Pathology	x	x ^a	x	x	x	x		
Nuclear medicine	x	x ^a	x	x	x	x		
<u>Support services</u>								
Blood bank	x	x ^a		x	x	x		
Pharmacy	x			x			x	
Central sterile supply	x			x				x
Laundry	x			x		x		
Kitchen	x							
Engineering	x			x		x		x
Administration	x							
Public areas	x							
Long-term health care establishments	x			x	x	x	x	x

^a Blood and body fluids.

^b Tissue and bone.

ENVASE Y ALMACENAMIENTO

- ◆ **BOLSAS DE PLÁSTICO DE COLORES Y CALIBRES DIFERENTES**
- ◆ **RECIPIENTES RÍGIDOS, DE METAL O PLÁSTICO**



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	BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 300	AMARILLO
	RESIDUOS LIQUIDOS	RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O DE PLASTICO	AMARILLO

6.2.2 Las bolsas deberá 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.

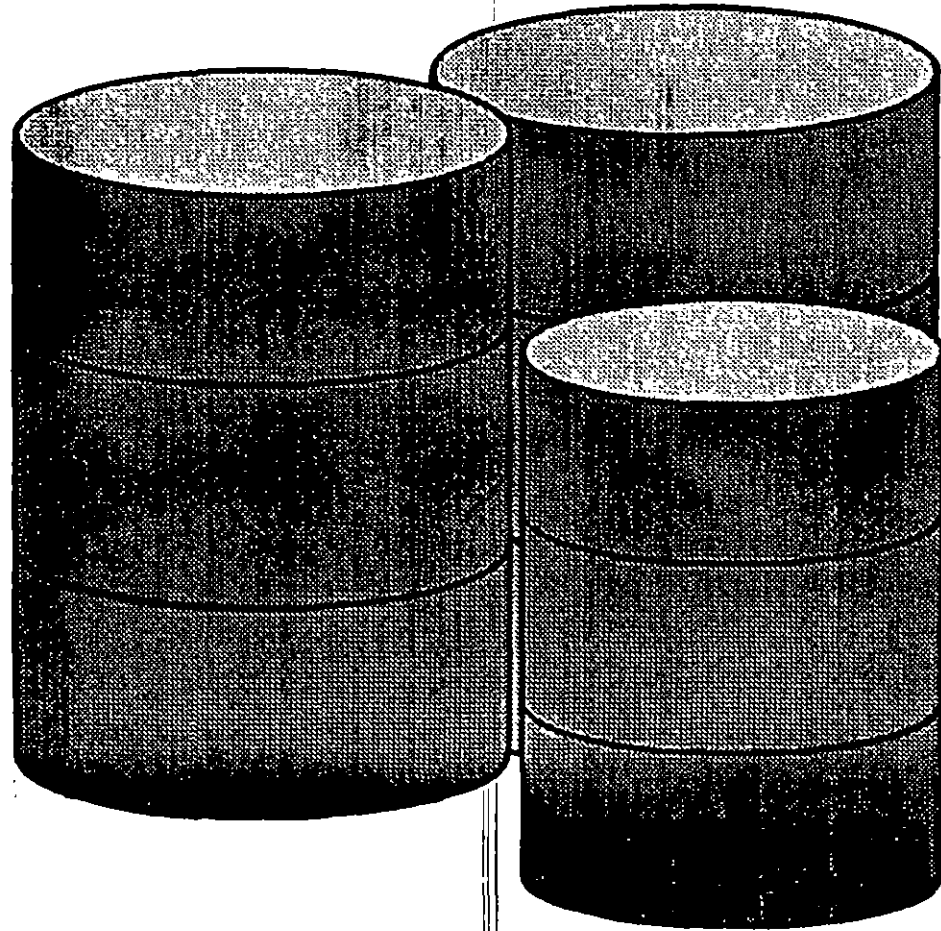
6.2.3 Las bolsas se llenarán al 80% de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal.

FIGURE 3-1
THE BIOLOGICAL HAZARD SYMBOL



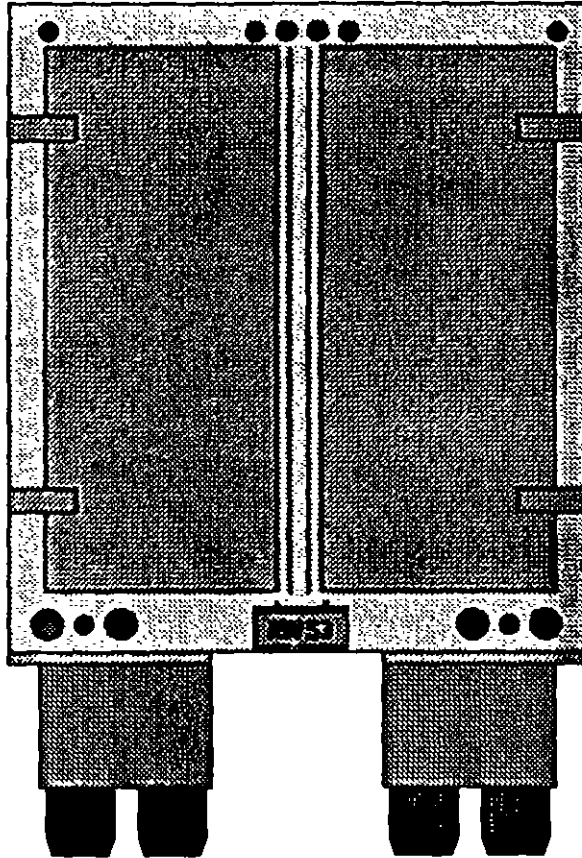
The symbol is fluorescent orange or orange-red. The background may be any color that provides sufficient contrast for the symbol to be clearly defined. For specifications of dimensions, see p. 114 of reference 9.

ENVASE Y ALMACENAMIENTO

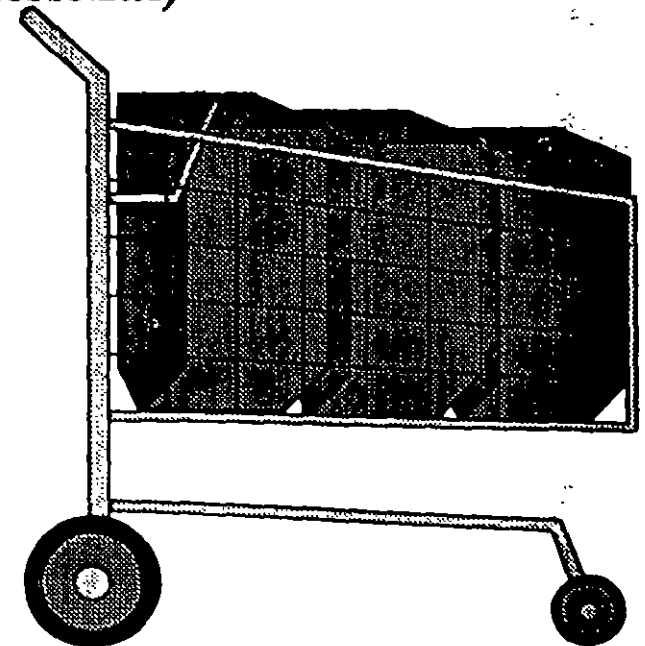


- ◆ **ÁREAS AISLADAS**
- ◆ **LOCALIZACIÓN ÓPTIMA**
- ◆ **ALMACENAMIENTO TEMPORAL SEGURO**
- ◆ **ÁREAS TECHADAS Y DE FÁCIL ACCESO A LOS RECOLECTORES**
- ◆ **ROTULACIÓN UNIVERSAL**

TRANSPORTE



- ◆ **INTERNO** (Carritos dependiendo de las instalaciones)
- ◆ **EXTERNO** (autorizado y profesional)



SISTEMAS DE MANEJO INTERNO

- ◆ GENERACIÓN
- ◆ CARACTERIZACIÓN
- ◆ ÁREAS DE ATENCIÓN MÉDICA
- ◆ DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS
- ◆ PERSONAL
- ◆ MANEJO TRADICIONAL

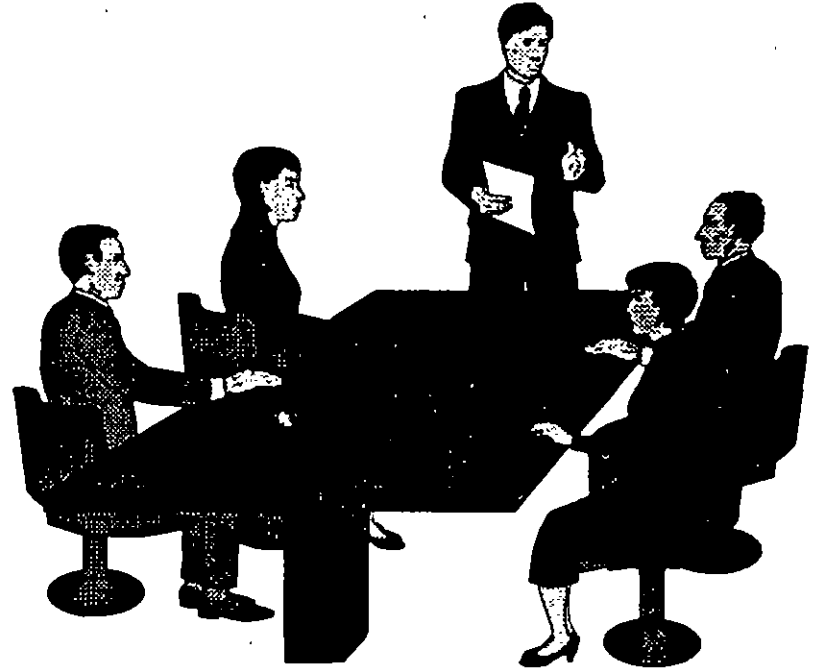


TABLE 1**RECOMMENDED TECHNIQUES FOR TREATMENT OF INFECTIOUS WASTE^a**

Type of Infectious Waste ^b	Recommended Treatment Techniques				
	Steam Sterilization	Incineration	Thermal Inactivation	Chemical Disinfection ^c	Other
Isolation wastes	X	X			
Cultures and stocks of infectious agents and associated biologicals	X	X	X	X	
Human blood and blood products	X	X		X	X ^d
Pathological wastes	X ^e	X			X ^f
Contaminated sharps	X	X			
Contaminated animal carcasses, body parts, bedding:					
• carcasses and parts	X ^e	X			
• bedding		X			

- a. The recommended treatment techniques are those that are most appropriate and, generally, in common use; alternative treatment technique may be used to treat infectious waste, if it provides effective treatment.
- b. See Chapter 2 for descriptions of infectious waste types.
- c. Chemical disinfection is most appropriate for liquids.
- d. Discharge to sanitary sewer for treatment in municipal sewerage system (provided that secondary treatment is available)
- e. For aesthetic reasons, steam sterilization should be followed by incineration of the treated waste or by grinding with subsequent flushing to the sewer system in accordance with State and local regulations.
- f. Handling by a mortician (burial or cremation).

ANNEX X
ESTIMATES OF HAZARDOUS WASTE PRODUCTION
BY HEALTH CARE FACILITIES IN SELECTED COUNTRIES

Country	Number of Beds	Total Waste (Tons/day)	Hazardous Waste (Tons/day)
Anguilla	24	26	5
Argentina	150,00	164,250	32,850
Barbados	2,111	2,312	462
Bolivia	8,749	9,580	1,916
Brazil	501,660	549,318	109,864
Colombia	45,761	50,108	10,022
Cuba	50,293	55,071	11,014
Chile	42,969	57,051	9,410
Dominica	322	353	71
Ecuador	16,429	17,986	3,597
Guyana	2,204	2,413	483
Guatemala	13,667	14,965	2,993
Jamaica	5,745	6,291	1,258
Mexico	60,099	65,808	13,162
Nicaragua	4,904	5,370	1,074
Paraguay	5,487	6,008	1,202
Peru	30,629	33,539	6,708
Saint Lucia	399	437	87
Trinidad and Tobago	4,281	4,688	938
Uruguay	14,133	15,476	3,095
Venezuela	47,200	51,684	10,337
Total	1,007,063	1,102,734	220,547

TABLE V
Management methods for wastes from health care facilities in selected countries of the Region

Country	Zone	Public Hospitals	Private Hospitals	Other Health Services
Argentina	National	IN (20%), SL (38%), OT (42%)		
Bolivia	La Paz Cochabamba Santa Cruz	SL SL IN, SL	SL SL SL	SL SL ND
Brazil	Sao Paulo	IN + SL (59%), OT (41%)		
	Bahía Rio de Janeiro	SL IN, SL	- -	- IN
Colombia	Bogota	IN, SL	IN, SL	-
Cuba	Cienfuegos	IN, SL, OA ¹	-	-
Chile	Metropolitan	IN ² (41%), OT (59%)	IN (38%), OT (62%)	
Ecuador	National	ND	ND	ND
Guatemala	Metropolitan	OT	OT	OT
Guyana	National	IN (10%), SL (90%) ³	IN	-
Jamaica	Kingston	IN ⁴ (25%) ³ , SL, OA	IN (50%), SL, OA	SL, OA
Mexico	ZMCC Monterrey Guadalajara	SL, OT IN, SL IN (5%), SL	SL, OT IN, SL ND	SL, OT IN, SL -
Nicaragua	Managua	IN, SL, OA	IN, SL, OA	SL
Paraguay	Asuncion	IN	IN	SL, OT
Peru	National	IN (3%) ³ , SL, OT	IN (3%) ³ , SL, OT	SL, OT
Trinidad and Tobago	National	IN ⁴ , SL	IN ⁴ , SL	-
Uruguay	National	IN	IN	-
Venezuela	Caracas?	IN (40%) ³ , SL	IN (31%) ³ , SL	-

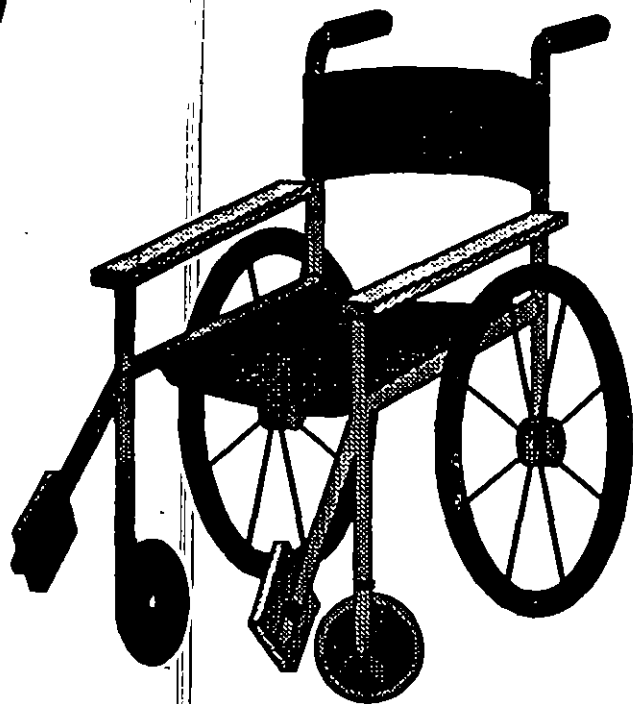
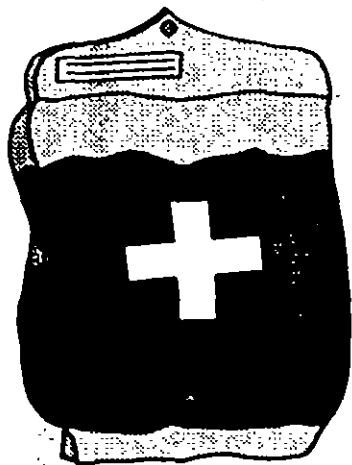
OA : Open air disposal
 IN : Incineration
 SL : Sanitary landfill

OT : Other (not specified)
 ND : No data
 - : Does not exist

Notes

- The treatment/disposal is made on the basis of the classification of the wastes:
 IN: Clinical materials & sharps SL: Anatomical pathological waste OA: Common wastes
- Similar as in Cuba, the treatment is carried out on the basis of the waste classification:
 IN: Infectious residues, on average 40% of the waste
 OT: The remaining wastes are taken to the furnace of the crematorium or to the digestive tank of the cemetery
- Calculated on the basis of the number of hospitals.
- Incineration at low temperature.

OPCIONES DE ORGANIZACIÓN



- ◆ NIVELES DE ATENCIÓN
- ◆ CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO
- ◆ SOLUCIONES ESPECÍFICAS
- ◆ CULTURA GENERAL
- ◆ CAPACITACIÓN

SISTEMAS DE ORGANIZACIÓN

- ◆ **PARTICIPACIÓN PRIVADA**
- ◆ **TRATAMIENTO CENTRALIZADO**
- ◆ **TRATAMIENTO IN SITU**
- ◆ **DISPOSICIÓN FINAL**





**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 11: MANEJO DE ALIMENTOS Y FARMACOS CADUCOS

ING. CONSUELO REYES

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL
DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS

MODULO II: CONTROL DE RESIDUOS INDUSTRIALES,
ESPECIALES Y HOSPITALARIOS

TEMA: MANEJO DE ALIMENTOS Y FARMACOS CADUCOS

PONENTES:

ING. CONSUELO REYES MARTINEZ
Q.F.B. JOSE LUIS ROMERO SANCHEZ

DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS
D.G.S.U./D.D.F.

MAYO, 1996

1. INTRODUCCION

En la manufactura de productos industrializados, se ha incrementado el uso de diversas sustancias químicas lo que ha ocasionado que la composición de los residuos que se generan en los diferentes procesos productivos sea de una complejidad tal que se requiera de un programa de manejo apropiado y confiable, cuyo impacto al ambiente y a la salud pública sea minimizado en forma considerable.

Esta condición sugiere que previo al manejo de cualquier tipo de residuos y en especial los alimentos y fármacos caducos es imperativo conocer el Marco Legislativo y Normativo bajo el cual habrán de conducirse hacia un destino final.

2. MARCO LEGAL

La Ley General de Salud en su **TITULO DECIMOCTAVO**, Medidas de seguridad, sanciones y delitos, Capítulo I, **Artículos 404 y 414** establecen que:

Art. 404.- Son medidas de seguridad sanitaria las siguientes:

X. "El aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias".

Art. 414.- primer párrafo de la Ley General de Salud.

"El aseguramiento de objetos, productos o sustancias, tendrá lugar cuando se presuma que pueden ser nocivos para la salud de las personas o carezcan de los requisitos esenciales que se establezcan en esta ley. La autoridad sanitaria competente podrá retenerlos o dejarlos en depósito hasta en tanto se determine, previo dictamen de laboratorio acreditado, cuál será su destino"

Art. 414.- cuarto párrafo de la Ley General de Salud.

"Los productos perecederos asegurados que se descompongan en poder de la autoridad sanitaria, así como los objetos, productos o sustancias que se encuentren en evidente estado de

descomposición, adulteración o contaminación que no los hagan aptos para su consumo, serán destruidos de inmediato por la autoridad sanitaria, la que levantará un acta circunstanciada de la destrucción".

La Ley General de Salud en su **TITULO VIGESIMOSEGUNDO**, sustancias Tóxicas, Capítulo único, artículos 1214, 1215, 1216, 1217,1219,1221 y 1235 establecen que:

Art. 1214.- Se entiende por sustancias tóxicas aquéllas que por constituir un riesgo para la salud, sean 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 utilizadas en la composición;
- II. El estado físico del producto o sustancia;
- III. La vía de absorción por el organismo humano;
- IV. El grado de toxicidad;
- V. La existencia de antidotos 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. y

X. Los demás que determine la Secretaría, oyendo la opinión de los sectores social y privado.

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. 1221.- La Secretaría determinará los requisitos sanitarios para la protección de la salud durante todo acto relacionado con el proceso, la aplicación y uso de los productos y sustancias que regula este título...

II. Los requisitos sanitarios para su embalaje, envase, almacenamiento y transporte;

III. Los requisitos sanitarios para la recolección, transporte y disposición final de sus envases, desechos y residuos, y

Art. 1235.- En lo relativo a los productos y sustancias que regula este título, queda prohibido:

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;

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.

Asimismo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 3° fracción XXVI, define como residuo a "cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó".

Por otra parte, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, en sus **Artículos 9 y 41** establece que:

Art. 9.- Para los efectos del reglamento se entiende por manejo, el conjunto de operaciones que incluyen el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos

Art. 41.- Cuando los productos de origen industrial o de uso farmacéutico en cuyos envases se precise fecha de caducidad, no sean sometidos a procesos de rehabilitación o generación una vez que hubieran caducado serán considerados residuos peligrosos. en cuyo caso los fabricantes y distribuidores de dichos productos serán responsables de que su manejo se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.

Normas Oficiales Mexicanas

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.

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.

De acuerdo con lo anterior, la Ley General de Salud, sólo hace referencia al término **destrucción** de objetos, productos o sustancias, sin definir con claridad los sistemas que deberán aplicarse a los mismos, una vez que previo dictamen de la propia Secretaría de Salud se determine que no son aptos para el consumo humano.

Asimismo, define a los residuos tóxicos como aquellos que no se utilizan en los procesos industriales y conservan principios activos. Como se puede apreciar, ésta toxicidad es diferente a la que se menciona en la NOM-052-ECOL-1993 ya que en esta última se refiere a la toxicidad al ambiente.

Por otra parte, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que los fármacos caducos se consideran como peligrosos si no se rehabilitan, una vez que hubiesen caducado, este enfoque como tal sólo es aplicable a productos con fecha de caducidad vencida, sin tomar en cuenta que hay productos que al no cumplir con las especificaciones de control de calidad interna y al no poder ser reprocesados son considerados como residuos farmacéuticos sin que hayan cumplido la primera condición.

De acuerdo con la cinética química de cada fármaco, la fecha de caducidad se define como un decremento de la concentración inicial de éste, por lo que un medicamento tiene mayor actividad cuando no ha caducado.

A partir de estas definiciones genéricas, los ordenamientos locales definen el concepto de residuo

sólido bajo los mismos criterios, excluyendo a aquellos que presenten alguna característica de peligrosidad. Esta concepción se refiere a los residuos generados en domicilios, mercados, establecimientos mercantiles, vías públicas y áreas comunes; es decir lo que comúnmente se conoce como residuo municipal.

3. IMPLICACIONES DEL MARCO LEGAL

De lo anterior se desprende que para propósitos de manejo local de los residuos, sólo se considera una clasificación general que cataloga a dos grupos: Residuos Sólidos Municipales y Residuos Peligrosos.

La Normatividad Oficial ubica el manejo de estas dos clasificaciones en situaciones extremas. Por una parte la regulación de los residuos sólidos municipales es laxa confiriendo igual manejo a todo tipo de residuos. Por la otra, los procedimientos establecidos para el manejo de los residuos peligrosos generalmente son rígidos, de difícil cumplimiento y se aplican por igual a todos los residuos que incluye esta categoría.

Dentro de ésta gama, existen algunos que sin llegar a cumplir con los criterios que definen a un residuo peligroso como son las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad y/o inflamabilidad, requieren de un manejo con mayor control que los residuos municipales; es decir se ubican en una categoría intermedia con respecto al riesgo que representan y a sus necesidades de manejo.

4. NECESIDAD DE INCORPORAR EL TERMINO: "RESIDUO ESPECIAL"

En la industria de la transformación, existen productos fuera de especificaciones de control de calidad, deterioro físico, cambio de especificaciones en la formulación, remanentes en los procesos productivos, entre otros, por lo que forman parte de un tipo de residuo cuyo inadecuado manejo puede representar un riesgo a la salud. Tal es el caso de productos farmacéuticos y alimenticios (un requerimiento adicional del manejo especial de estos residuos lo establecen los procedimientos administrativos y fiscales de baja de inventarios). Éstos, si bien contienen algún

elemento considerado como de riesgo en términos de reactividad, toxicidad y/o inflamabilidad y sus concentraciones son menores a los límites permitidos por la normatividad, su impacto es menor no siendo necesario un manejo tan riguroso como el establecido para los residuos peligrosos.

Sin embargo, a lo largo de los años y en todo el mundo, la experiencia ha demostrado que el potencial de riesgo de este tipo de residuos se reduce conforme se establecen controles adecuados en su manejo. Estos controles no requieren de técnicas complejas sino de procedimientos sistematizados.

Por estas razones, los países que han legislado sobre esta materia no consideran este tipo de residuos dentro del grupo de los peligrosos ni dentro de los municipales, sino en un concepto separado.

5. PROPUESTAS DE MODIFICACION A LA NORMATIVIDAD VIGENTE

- Incluir el concepto de residuo especial en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Elaborar el Reglamento de Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de **residuos especiales**.
- Elaborar las Normas Oficiales Mexicanas que rijan el manejo de cada uno de los residuos considerados como **especiales**.
- Definir el **esquema** de atribuciones y obligaciones de los participantes que podría desarrollarse de acuerdo a lo siguiente.

Corresponde a la autoridad federal:

- La elaboración de Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas para el manejo de los **residuos especiales**.
- El control y vigilancia de parámetros generados en el proceso que representen un impacto ambiental de alto riesgo.
- Autorizar los programas y proyectos de los sistemas, sitios, instalaciones y equipo de manejo de **residuos especiales**.

Corresponde a la autoridad local:

- Definir sus programas de manejo de **residuos especiales** con apego a la Normatividad Federal.
- El control y vigilancia de parámetros generados en el proceso que representen un impacto ambiental de incidencia local.

Corresponde al generador:

- El generador será responsable del manejo que se le dé a sus residuos durante las fases de generación, separación, envasado, almacenamiento temporal, recolección, transporte, ~~tratamiento y disposición final, en cumplimiento con las normas federales y programas~~ locales.
- Definir los fármacos caducos que realmente presentan características de peligrosidad e incluirlos en el listado de materiales y residuos peligrosos considerado en la NOM-052-ECOL/93. Aquellos fármacos no incluidos en ese listado serán considerados como **residuos especiales** y recibirán ese manejo.

- Finalmente, conviene destacar que la incorporación del concepto de **residuo especial** y consecuentemente de un manejo separado de los dos grandes grupos de residuos contemplados en la normatividad actual, le conferiría al manejo de los residuos sólidos una mayor factibilidad de manejo a menor costo y con mayor control por parte las autoridades locales y federales, disminuyendo las prácticas clandestinas y los riesgos a la salud y al ambiente.



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

**TEMA 12: LA PROBLEMÁTICA DE LAS LLANTAS USADAS EN
MEXICO**

ING. CESAR GARCIA

La problemática de las llantas usadas en México

**La problemática de las llantas
usadas en México**

**Diplomado en Sistemas de Control de
Residuos Sólidos y Peligrosos**

Palacio de Minería, México D.F.

Mayo 1996

La problemática de las llantas usadas en México

La problemática de las llantas usadas en México

- **Generación**
- **Composición típica y características**
- **Disposición actual**
- **Disposición en el Proceso del cemento**
 - **El proceso**
 - **Ventajas**
 - **Comportamiento**
 - **Instalaciones**
 - **Evaluación de emisiones**
- **Beneficios de una buena disposición**
- **Conclusión**

La problemática de las llantas usadas en México

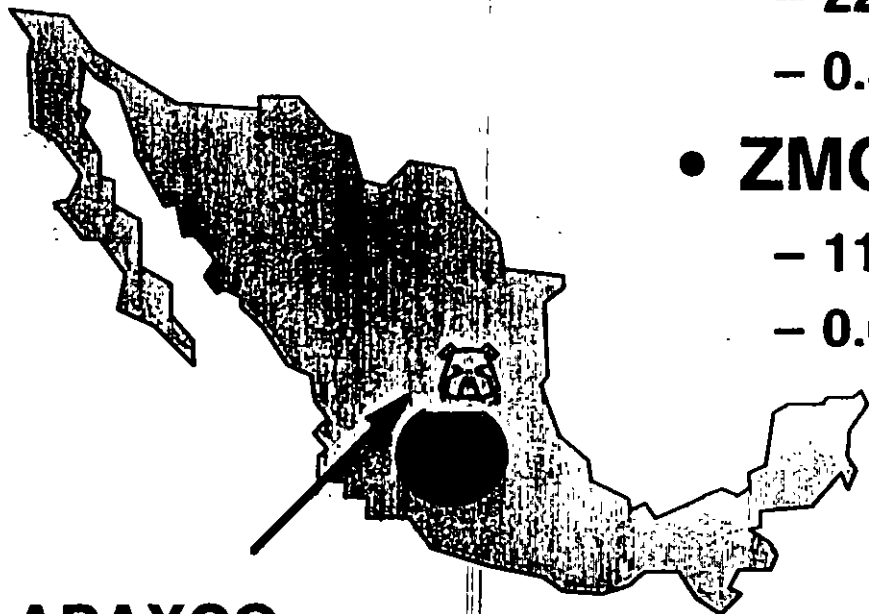
Generación

- México

- 225,000 Ton/año ; 15 Mill. de llantas
- 0.3 Llanta/año-habitante

- ZMCM

- 117,000 Ton/año ; 7.8 Mill. de Llantas
- 0.6 Llanta/año-habitante



APAXCO

- Potencial de disposición :
30,000 Tons/año ; 25 % de la ZMCM

Que al finalizar de su vida útil presentan riesgos ambientales si son desechadas de manera inapropiada

La problemática de las llantas usadas en México

Composición típica

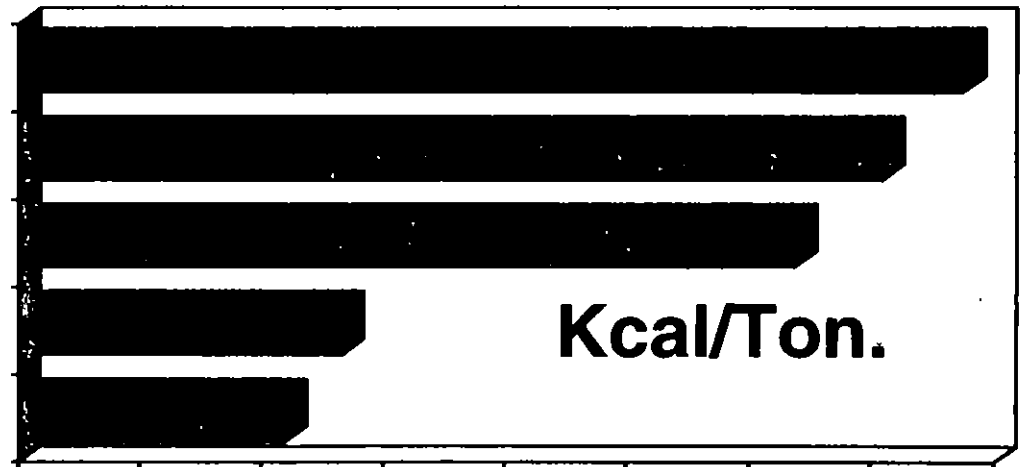
- Análisis %
 - Carbón 70....85
 - Hidrogeno 7....8
 - Azufre 0.8....1.3
 - Cloro 0.1....0.5
 - Fierro 2.5....15
 - Zinc 1.5
 - SiO₂ + Resto 5
 - Componentes menores, ppm :
 - Cr 97
 - Ni 77
 - Pb 65
 - Cd 5....10
 - Tl 0.2....0.3
- Ton/m³
Enteras : 0.2
Trituradas : 0.5

La problemática de las llantas usadas en México

Características energéticas

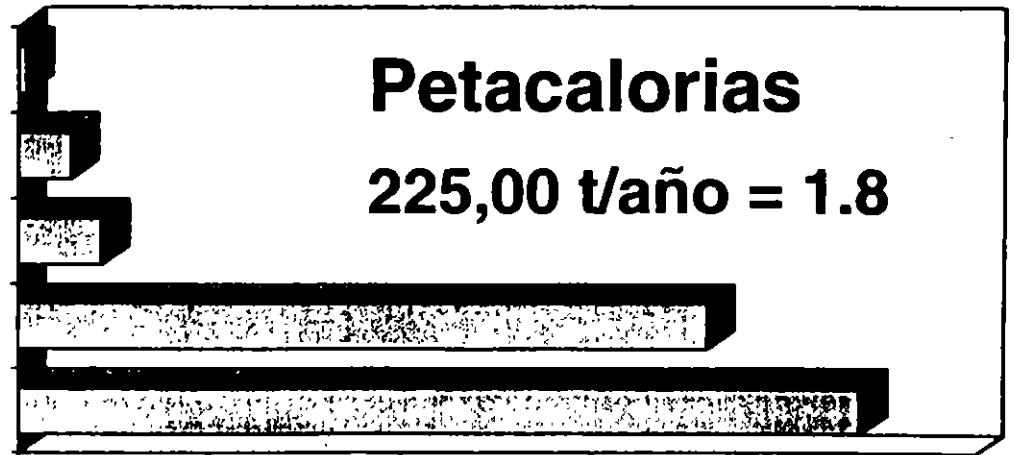
Comparativo entre diferentes materiales :

Llanta sin acero	8.6
Llanta con acero	7.8
Carbón	7.0
Res. Sol. Municip.	3.0
Madera	2.4




Consumo energético de la Industria Cementera :

Diesel	0.2
Gas	1.4
Electricidad	2.2
Combustóleo	18
Total	22



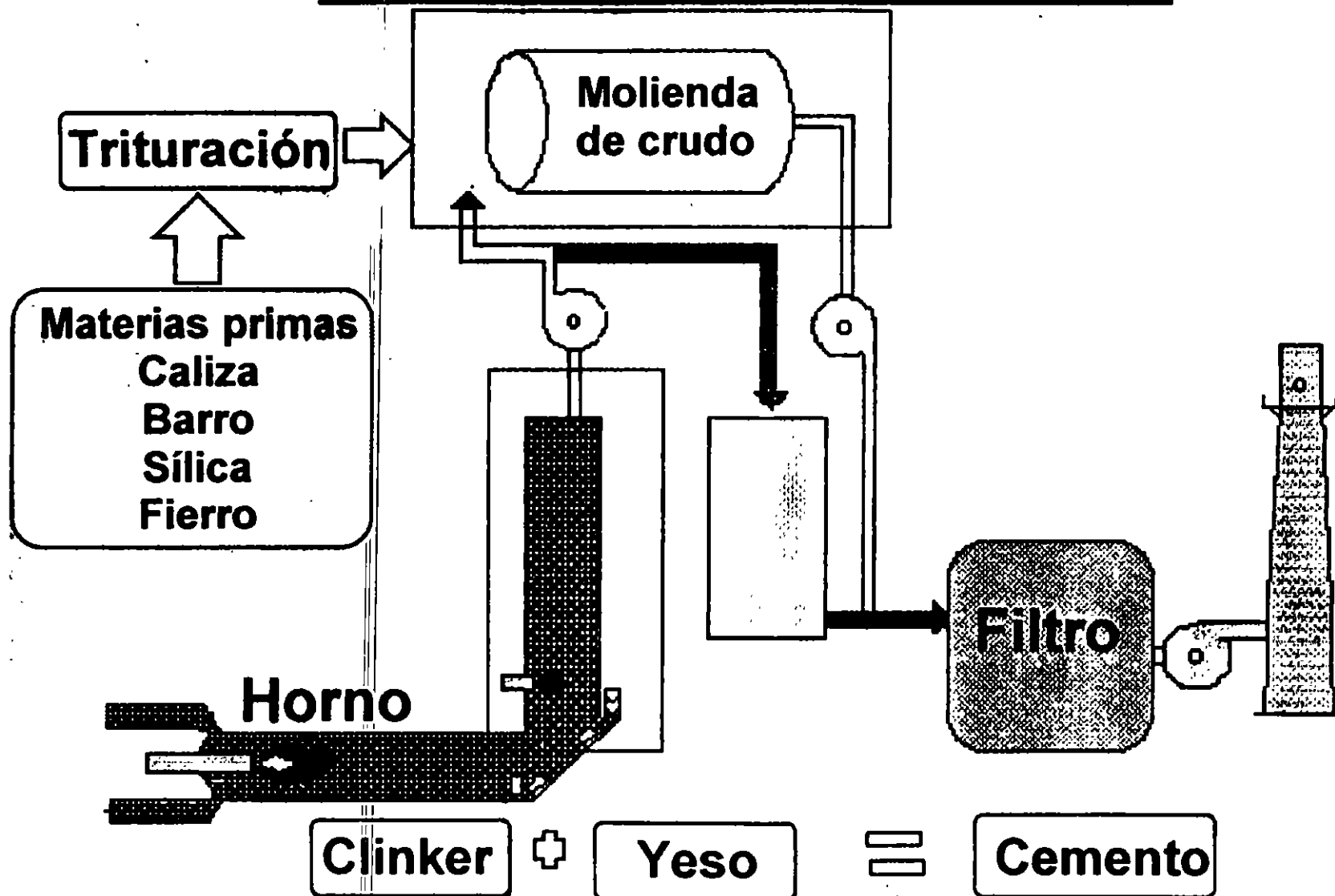
La problemática de las llantas usadas en México

Disposición actual en México

- 
- **Rellenos y pilas :** *65 %
 - **Reciclaje y reuso :** *35 %
 - Revitalizado *14 %
 - Recuperación de energía *10 %
 - Sandalias, juntas, etc. *4 %
 - Exportación *4 %
 - Rescatado *1 %
 - Suelos de caucho, aditivo al asfalto *1 %
 - Miscelaneos *1 %

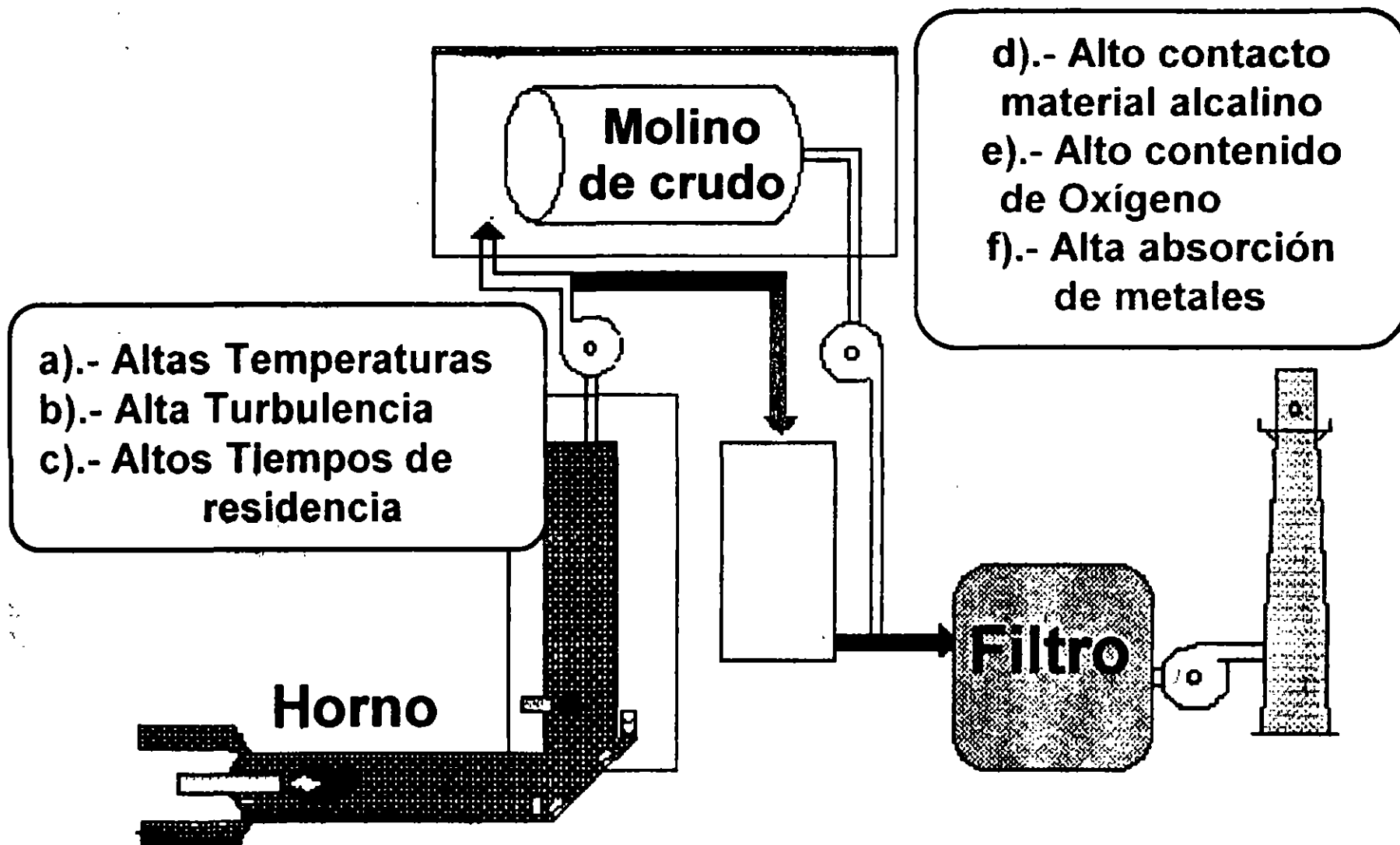
* Fuente : McGRAW-Hill Recycling Handbook ; EU '90

El proceso del cemento



La problemática de las llantas usadas en México

Ventajas del horno de cemento



La problemática de las llantas usadas en México

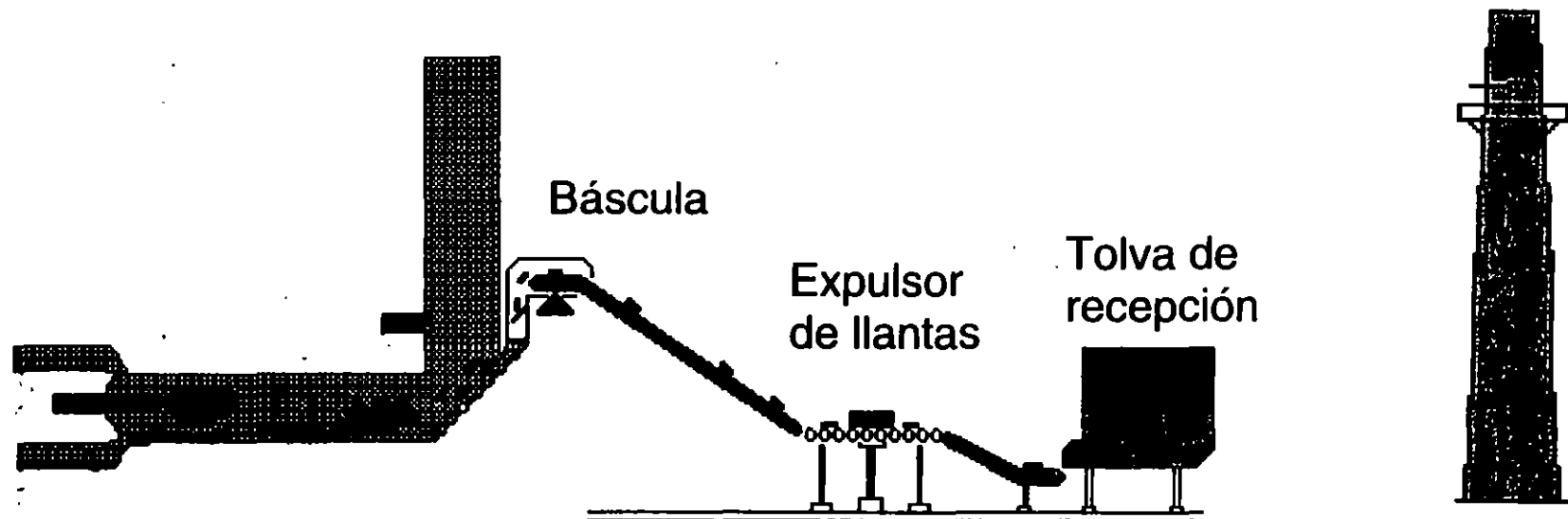
Comportamiento de elementos típicos en el proceso del horno

<u>Análisis</u>	<u>%</u>	<u>Comportamiento en el horno</u>
- Carbón	70...85	Combustión
- Hidrogeno	7...8	Combustión
- Azufre	0.8...1.3	Absorción y solid. en Clinker, CaSO4
- Cloro	0.1...0.5	Solidificación en el proceso
- Fierro	2.5...15	Materia prima
- Zinc	1.5	Incorporación en Clinker
- SiO2 + Resto	5	Materia Prima
<u>Componentes menores, ppm :</u>		
- Cr	97	Incorporación en Clinker
- Ni	77	Incorporación en Clinker
- Pb	65	Incorporación en Clinker
- Cd	5...10	Incorp. en Clinker y recirculación
- Tl	0.2...0.3	Incorp. en Clinker y recirculación

La problemática de las llantas usadas en México

Instalaciones adicionales al proceso

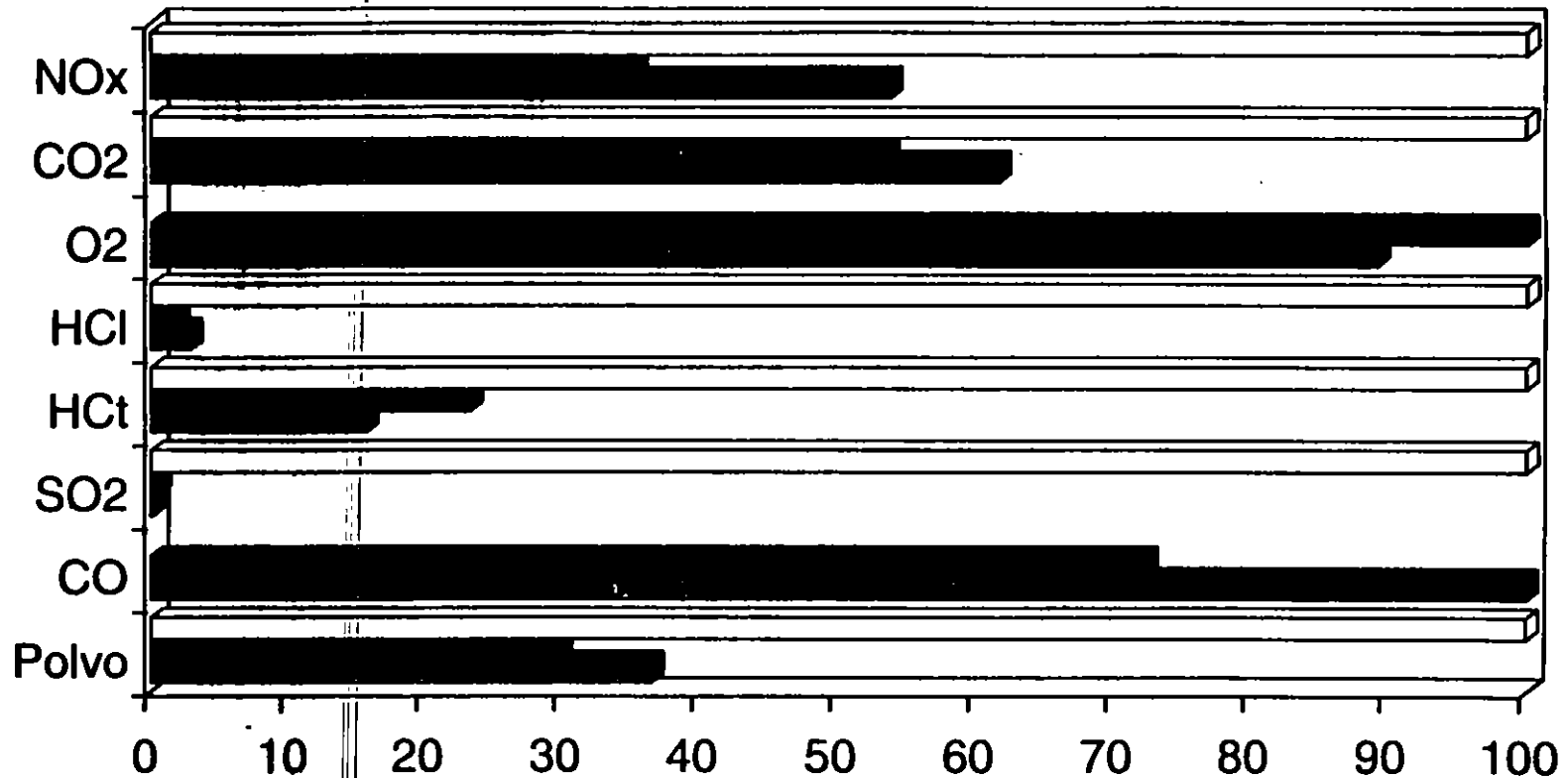
- Alimentador automático de llantas
- Monitoreo continuo de emisiones : NO_x, CO₂, O₂, HCl, HCl, Polvo SO₂, NH₃, H₂O, CO



- Sistemas automatizados para el control del proceso.

La problemática de las llantas usadas en México

Evaluación de emisiones de la prueba



■ Sin llantas ■ Con llantas □ Norma Emisión respecto a norma, %

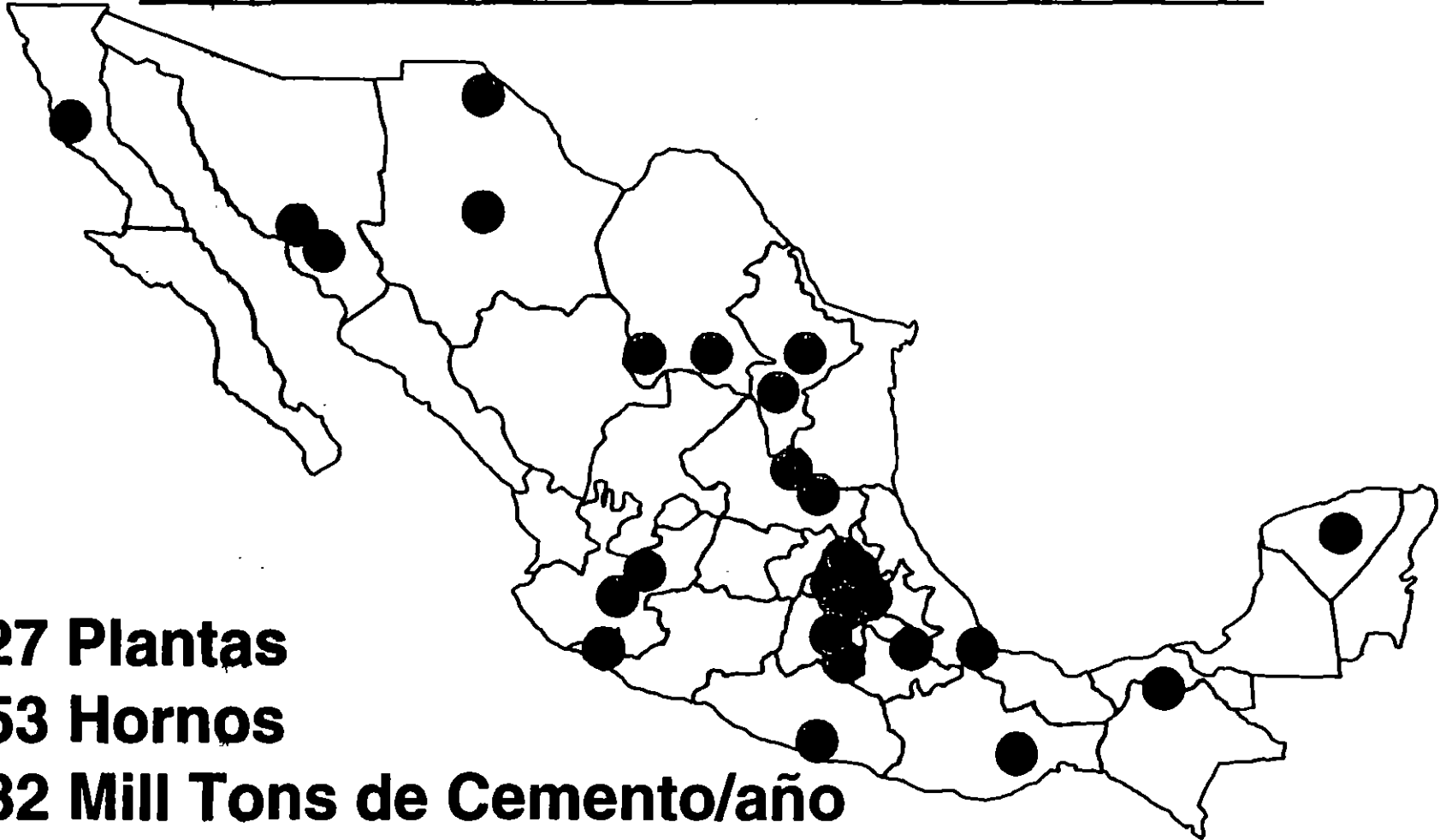
Normas de referencia :

Alemania, Austria, E.U.A., Francia, Italia, Suiza y México

Mayo 1996

La problemática de las llantas usadas en México

La Industria Cementera Nacional



27 Plantas

53 Hornos

32 Mill Tons de Cemento/año

2.4 Mill M3 de Combustóleo/año

Mayo 1996

La problemática de las llantas usadas en México

Beneficios esperados

- **Conservación de recursos naturales :**
 - Combustóleo
 - Materia prima parcialmente : Fierro
- **Disminución de contaminantes**
 - SO₂, NO_x
 - No desechos sólidos
- **Reducción de disponibilidad pública de llantas**
 - Incineración sin control
 - Rellenos indebidos
 - Mejoramiento estético
- **Creación de empleos con la recolección a una disposición adecuada.**

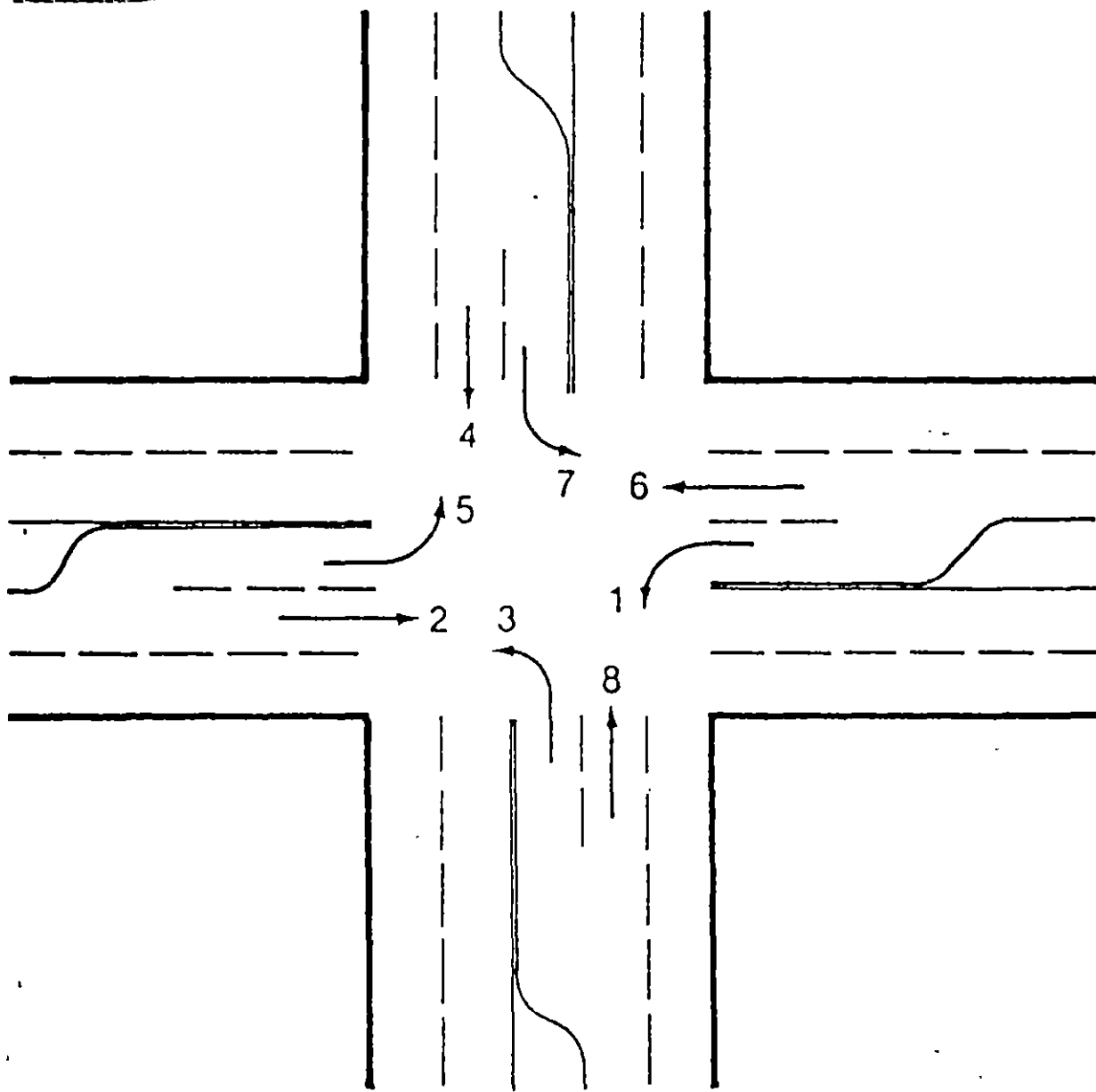


Figure 9-13. Standard movement nomenclature.

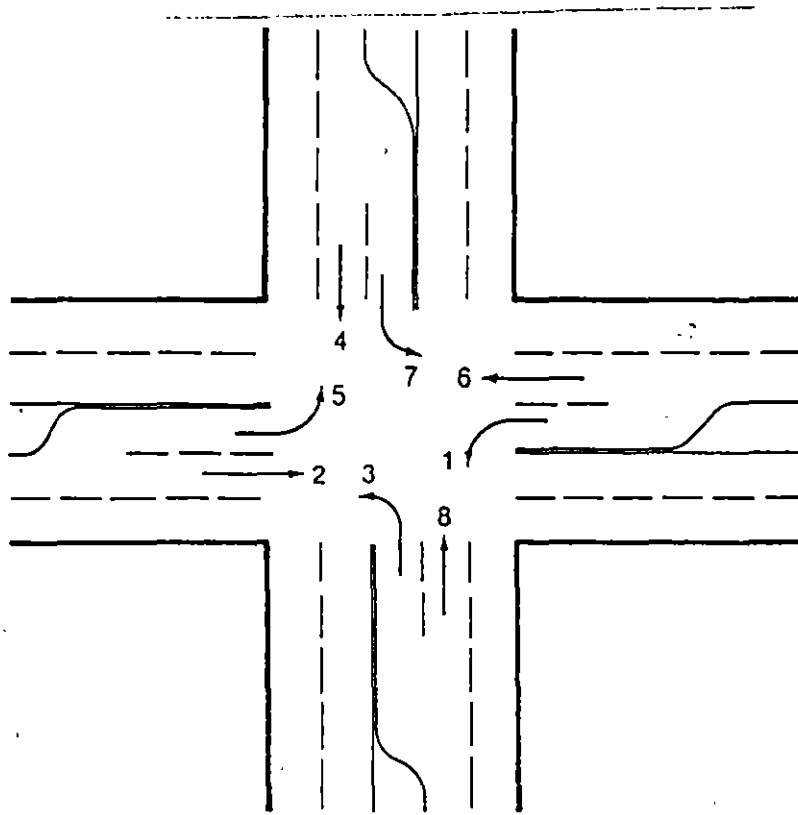
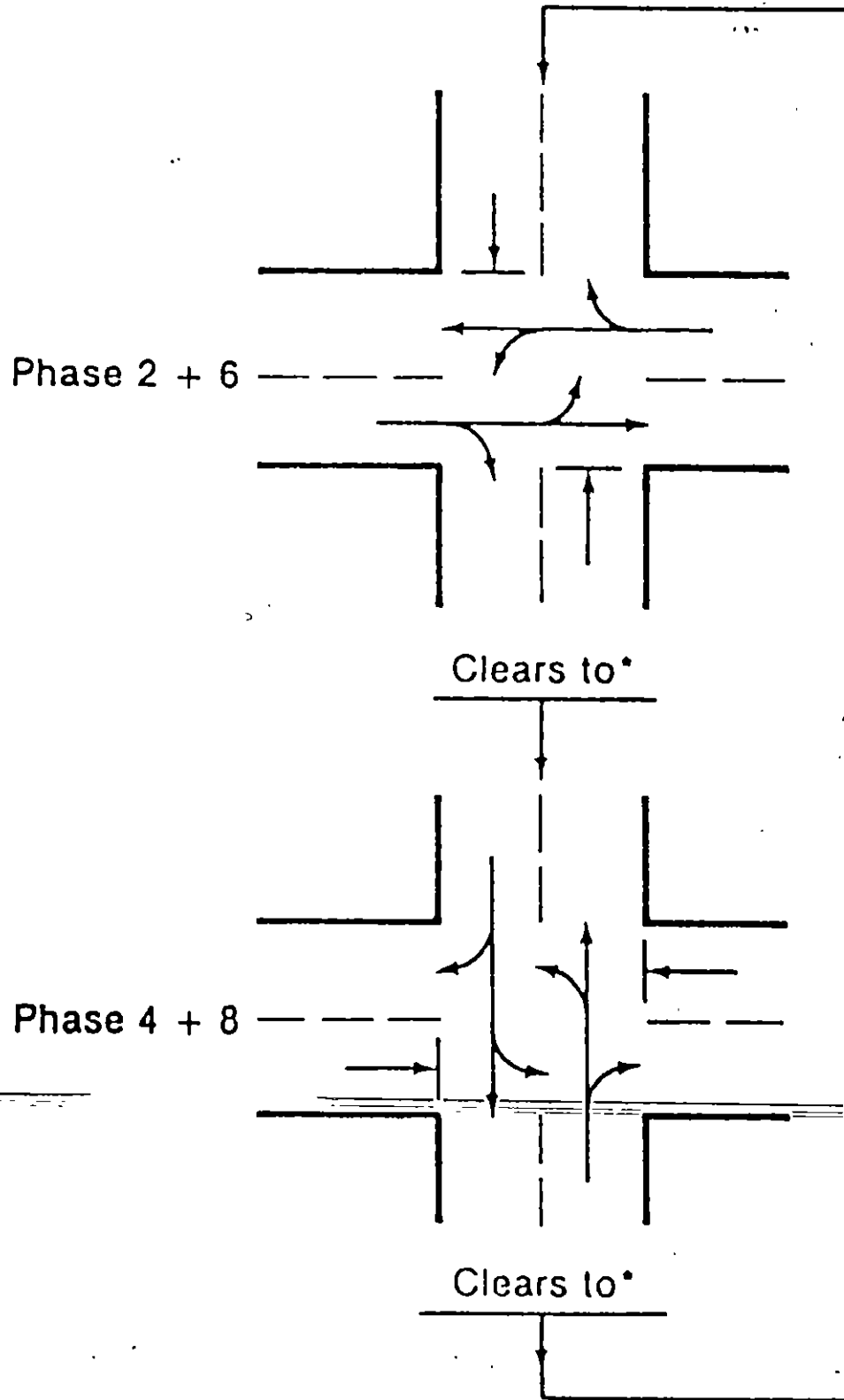


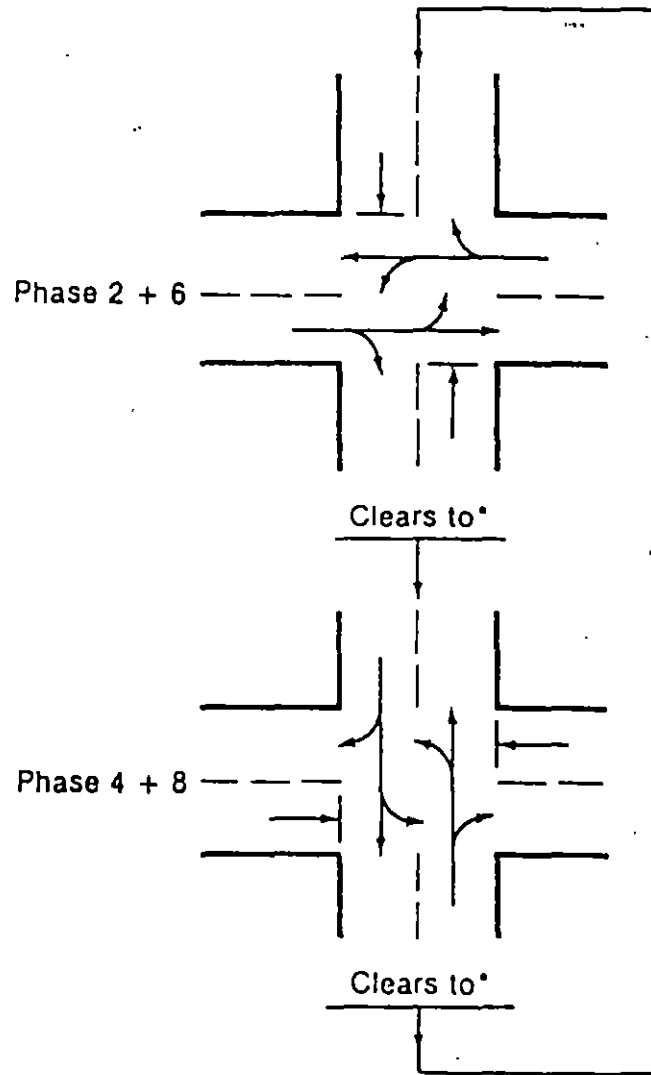
Figure 9-13. Standard movement nomenclature.

Figure 9-14. Single-ring 2-phase signal sequence.



*Change and clearance intervals not shown

Figure 9-14. Single-ring 2-phase signal sequence.



*Change and clearance intervals not shown



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 14: ANALISIS DE CICLO DE VIDA

ING. ENRIQUE MEDINA

Amcrespac

Análisis del Ciclo de vida de los materiales

Enrique Medina Ramos
Palacio de Minería

Ciclo de Vida de los Materiales

Introducción

Los objetivos tanto de las Políticas de Desarrollo Económico como de las Políticas Ambientales, son fomentar el bienestar de la sociedad, sin embargo subsisten contradicciones. El mayor bienestar por el lado de los ingresos no exige sacrificar el mejoramiento del medio ambiente, pero algunas actividades humanas frecuentemente han causado daños ambientales de costos considerables. Cuando no se tiene en cuenta los impactos ambientales es posible que se tomen decisiones erróneas, en cuyo caso las pérdidas ocasionadas por el deterioro del medio ambiente, puede ser superior al aumento del bienestar resultante de los ingresos (1).

La comparación de los beneficios de la protección ambiental, respecto al costo de las medidas correctivas, es uno de los criterios que mayor aportación puede tener para ayudar a los responsables a elaborar políticas ambientales y tomar decisiones mejor fundamentadas(1).

Al tomar decisiones respecto a las prioridades, normas y políticas ambientales, los gobiernos atribuyen implícitamente valores a los distintos tipos de deterioros. A medida que se perfeccionan los instrumentos analíticos, mejoran los datos y aumentan los conocimientos científicos, la valoración ambiental se extiende a nuevos campos de adopción de políticas, pero el uso de estos instrumentos, datos y conocimientos sigue originando controversias ya que a menudo, los beneficios ambientales son difíciles de medir, sobre todo cuando el daño es irreversible o se producirá en un futuro muy distante, la determinación de las ventajas y desventajas relativas a las distintas metodologías, pueden parecer limitados, pero aún así, el análisis del ciclo de vida es mejor que algunos de los métodos tradicionales.

(1) World Without End, Economics, Environment and Sustainable Development, D. Pearce and J. Warford, World Bank 1993.

¿Qué es Análisis de Ciclo de Vida?

Es un nuevo campo de estudio que analiza los productos a la luz del impacto ambiental en todas sus etapas; desde la adquisición de las materias primas, hasta los residuos descartados por el consumidor. Como resultado, el detalle del ACV considera desde la minería o las técnicas forestales, incluyendo la utilización de energía o agua y la contaminación del aire, agua y tierra así como la producción de desperdicios peligrosos sólidos, líquidos o gaseosos, hasta su confinamiento final o reutilización.

¿Para qué sirve?

Para soportar las decisiones respecto a los impactos ambientales hacia arriba o hacia abajo de alguna actividad en particular que esta en evaluación ambiental.

En una empresa, para determinar el diseño y materiales más adecuados de un producto. Por ejemplo si algún fabricante de productos alimenticios desea evaluar que conviene más desde el punto de vista ambiental, si la tapa de espuma de poliestireno o una tapa de papel desechable; compara el impacto ambiental de las materias primas, las técnicas forestales para el papel, el perforado y refinado para las resinas plásticas obtenidas del petróleo, para ver cual de los dos materiales tiene efectos más adversos. Seguiría el desarrollo del producto a través del diseño, fabricación, distribución y el desecho final. Las inquietudes que deberemos respondernos mediante este análisis son:

¿Que material consume más energía para su transporte?

¿Que produce más contaminación en el agua, aire y tierra?

¿Qué material se puede reciclar más económicamente?

¿Que materiales tienen mayores dificultades para ser reciclados o composteados?

¿Que desperdicios sólidos tienen mayor impacto ambiental en los rellenos sanitarios o en la incineración?

¿Qué etapas requiere un análisis de ciclo de vida?

Esta compuesta de cuatro etapas:

1. Definición de metas y fronteras.
2. Inventario de Recursos utilizados
2. Análisis de Impacto Ambiental
3. Análisis de mejoramiento

¿Donde se aplica ACV?

Tiene dos ámbitos de aplicación:

El interno que se refiere a la utilización de esta técnica dentro de una empresa para evaluar el impacto ambiental de sus productos.

El externo que se refiere a la utilización de esta metodología para evaluar el impacto ambiental de los materiales/productos, y con base en esta metodología, definir las políticas ambientales.

¿Que diferencias presenta la aplicación interna y externa de el ACV?

Cuando se trata de un estudio interno de ACV la comparación es absoluta, por lo tanto interesan los valores comparativos para poder tomar la decisión respecto a como mejorar el producto, en este caso prácticamente cualquier metodología que se utilice permitirá obtener resultados utilizables.

Sin embargo cuando se trata de utilizar ACV para proponer una normatividad se requieren los valores relativos aplicando la misma metodología.

De todas las instituciones que trabajan en ACV, Tellus ha propuesto una metodología objetiva para llevar a cabo la evaluación ambiental basada en el inventario de recursos y evaluando el impacto con base en los costos que tendría el control de los elementos contaminantes.

¿En que consiste el inventario de recursos?

El inventario compila los balances de energía y materia de los sistemas de manufactura, por ejemplo define las emisiones en la elaboración de las materias primas, productos y coproductos y como incluir vapor y la electricidad de las plantas de cogeneración, SETAC ha establecido una base internacional para el inventario, un código de practicas que ha sido revisado en Bruselas y aceptado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

¿En que consiste el análisis ambiental?

De acuerdo con el director de SETAC es la relación de prioridades a los impactos en aspectos ambientales como el calentamiento de la tierra, la desaparición de la capa de ozono o la toxicidad de las sustancias para la sociedad.

¿En qué consiste el análisis de mejoras?

A evaluar las distintas opciones para reducir el impacto ambiental; consumo de energía e insumos.

¿Que experiencias existen?

La Comunidad Europea por ejemplo ya lanzó oficialmente su ~~esquema~~ de ecoetiquetado para identificar a los productos que son significativamente menos dañinos al medio ambiente, y su criterio de evaluación esta basado en ACV.
Business America Noviembre de 1993

Dow Chemical ha utilizado ACV para analizar una planta de botellas de polietileno de alta densidad, encontrando que el reciclado mecánico es importante para el reciclado de los desechos sólidos, con mayores beneficios ambientales.

Los directores proactivos están ahora trabajando con un nuevo concepto Evaluación Total del Impacto Ambiental (TEA) y Programa Total de Acción Ambiental (TEAP) utilizando ACV y evaluando los impactos totales en el medio ambiente de los efectos de las acciones propuestas o el desarrollo esperado en todos los componentes de un universo particular.

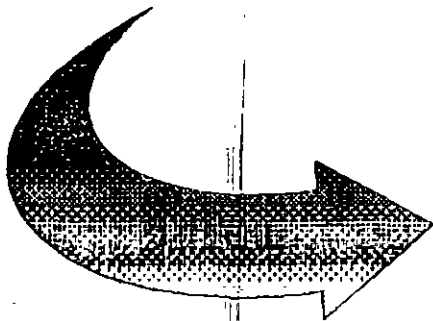
Entre las 100 compañías más importantes reconocidas por la revista Fortune algunas de las que han iniciado a utilizar ACV para la evaluación de sus productos, se encuentran ATT, Procter and Gamble, Digital Equipment, 3M.

Bibliografía:

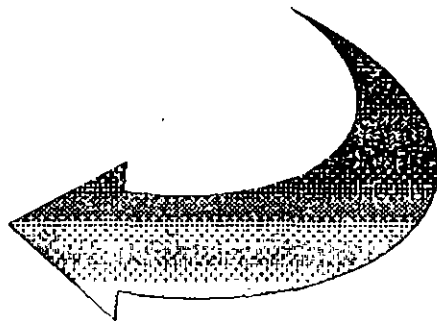
1. World Without end, Economics, Environment, and Sustainable Development, D. Pearce and J. Warford, World Bank 1993.
2. A Technical Frame Work For Life Cycle Assessment, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, February 1992.
3. Manejo y Reciclaje de los Residuos de envases y Embalajes, J. Careaga, Monografia No 4 SEDESOL, 1993.
4. The Beneficts and Costs of Alternative Solid Waste Management Policies. Haynes C. Goddard. University of Cincinaty, ITAM, September 1993.
5. Life Cycle Evaluation of Packaging Materials Karen Shapiro, Tellus Institute August 1993.

POLITICAS DE
DESARROLLO

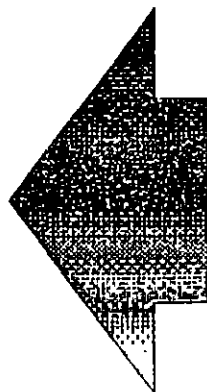
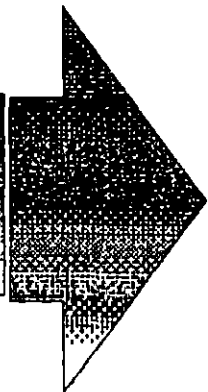
POLITICAS
AMBIENTALES



BIENESTAR

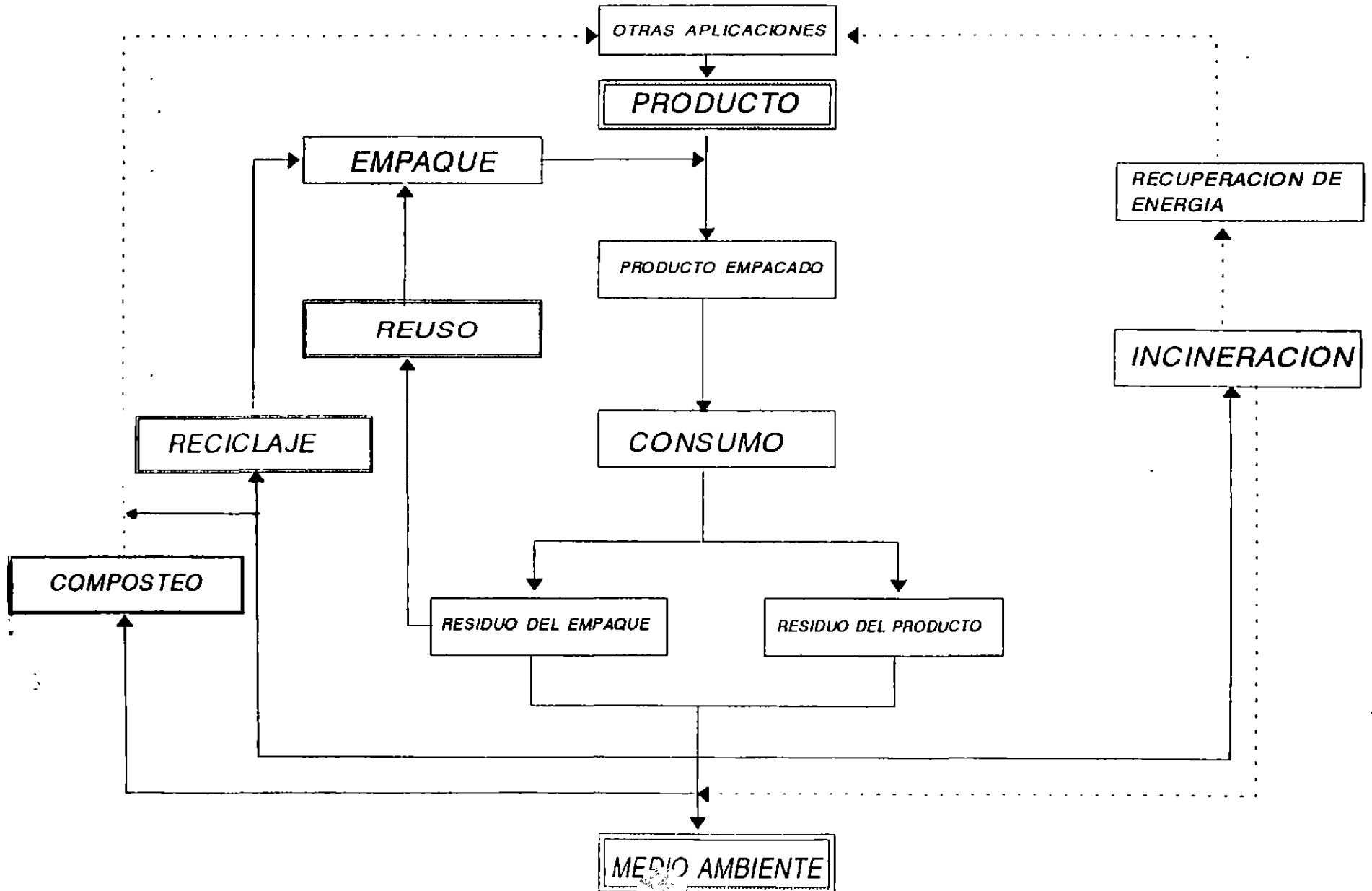


COSTOS MARGINALES
DE REDUCIR LA
CONTAMINACION



COSTOS MARGINALES
DEL DAÑO AMBIENTAL

FLUJO SIMPLIFICADO DE LOS RESIDUOS DE LOS PRODUCTOS Y SUS EMPAQUES



Análisis de ciclo de vida

¿Que es?

Es un nuevo campo de estudio que evalúa el impacto ambiental de los productos en toda sus etapas.

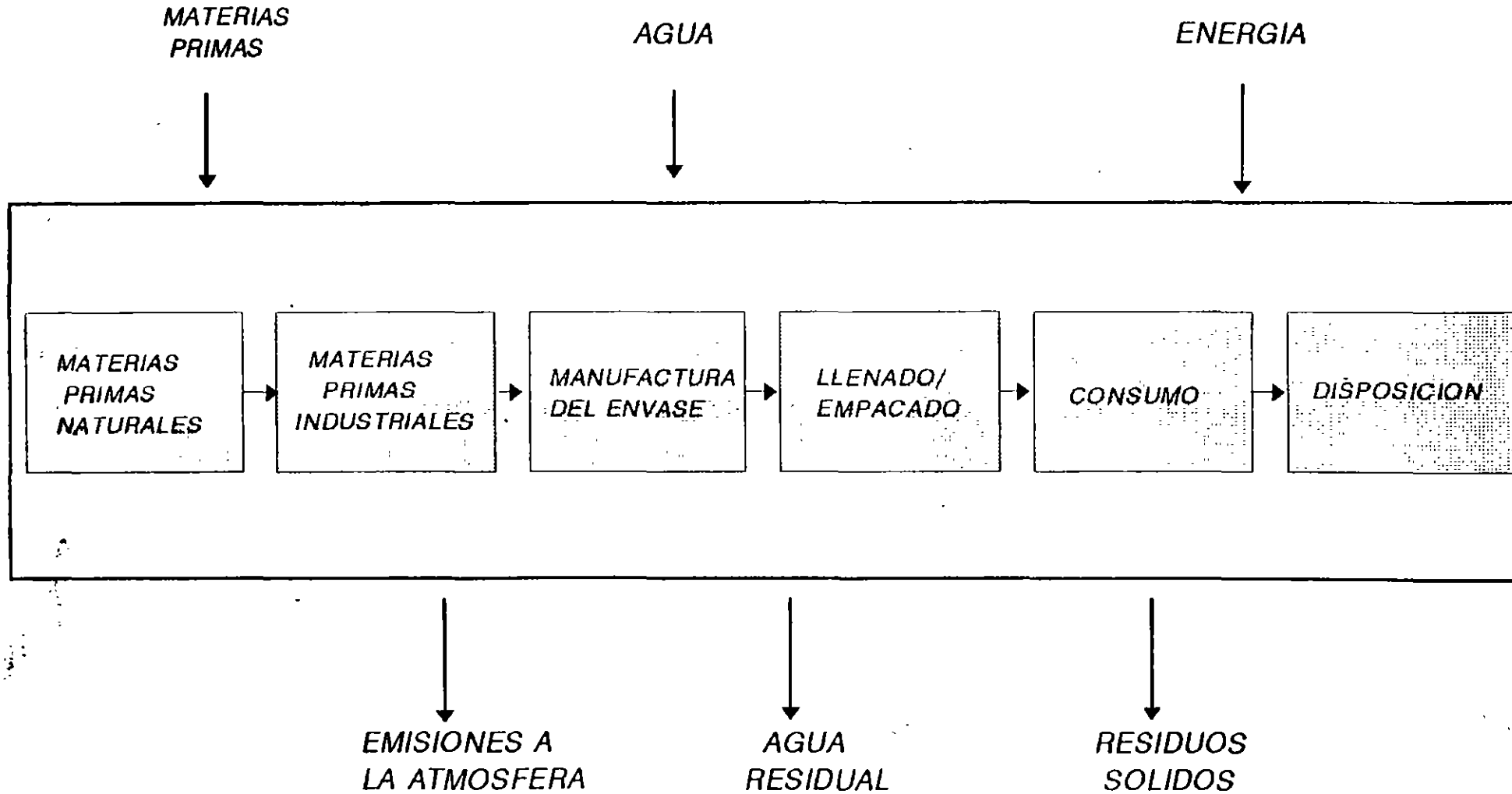
Desde la extracción de las materias primas, su elaboración, gasto de energía y agua, uso, reciclaje y confinamiento.

¿Ambito de aplicación?

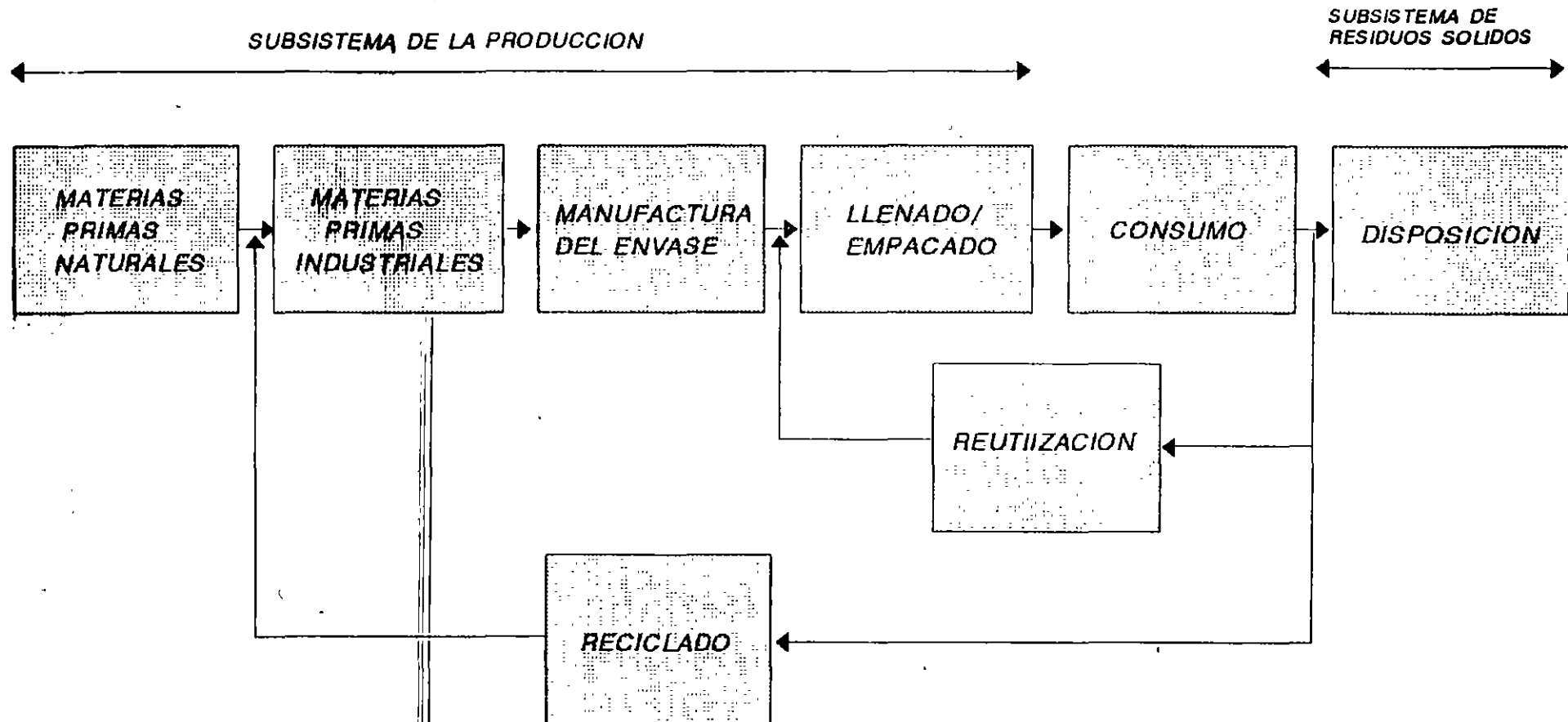
Interno, en la empresa que desarrolla los productos

Externo, en las políticas regulatorias

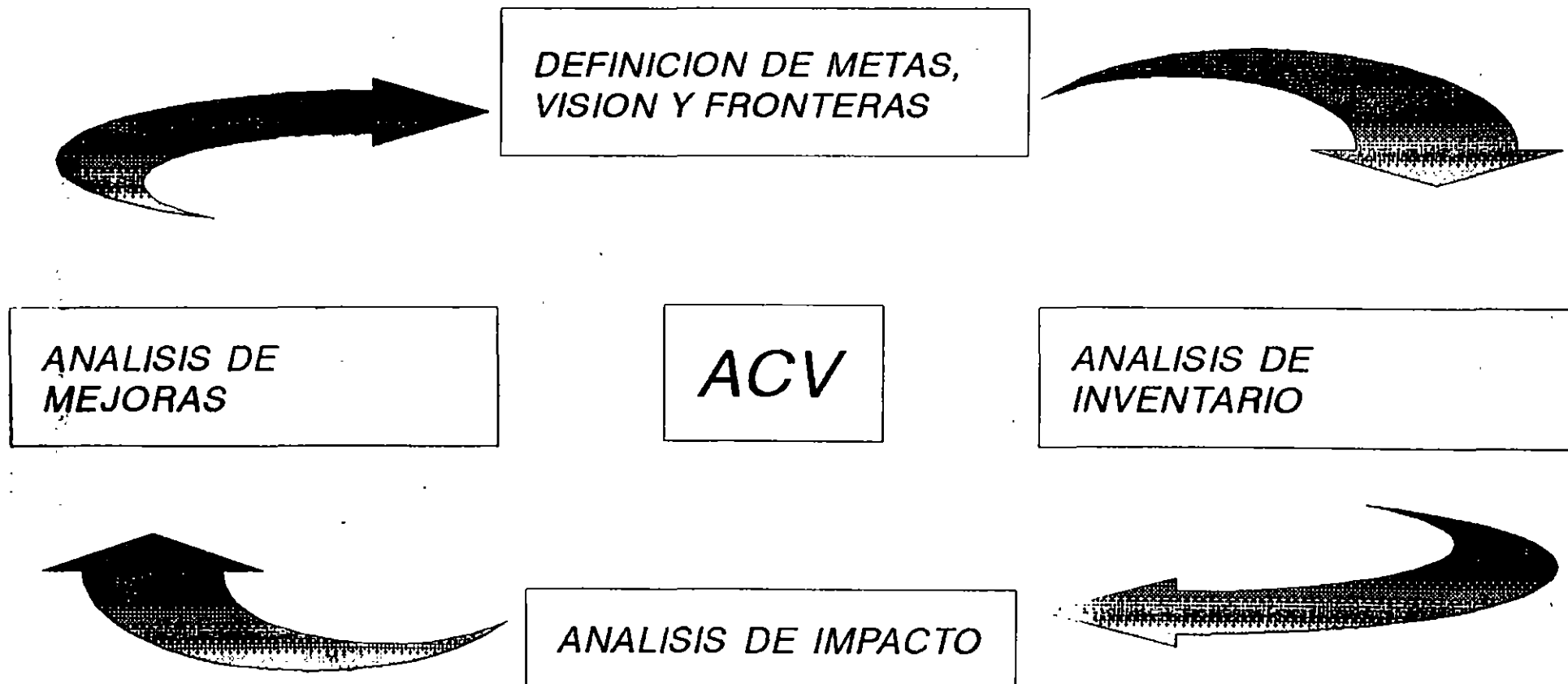
CICLO DE VIDA



CICLO DE VIDA



Etapas en el análisis de ciclo de vida



Análisis de ciclo de vida

¿Que es el análisis de inventario?

Cuantificación en todas las etapas de: las emisiones, consumo de agua, energía, coproductos. Codogo de prácticas SETAC

¿Que es el análisis de impacto ambiental?

Establecer prioridades de los impactos más negativos en las distintas etapas del ACV del producto

¿Que es el análisis de mejoras?

Evaluación de las oportunidades y opciones que se tienen para reducir el impacto ambiental.

No TELLUS ETAPAS	PAPEL Y CARTON (137 a 332)	ACERO (224 a 232)	ALUMINIO (319 a 1038)	VIDRIO (56 a 86)	PLASTICO (296 a 5057)	M. COMPUESTOS (334 A 414)
ADQUISICION DE MAT. PRIM.	* TALA DE ARBOLES * REC. RENOVABLE ? * CONTAMINACION DE AGUAS RESIDUALES CLORO - DIOXINAS * PULPA CELULOSICA	* MINERAL DE HIERRO * MINERAL Sn * EXTRACCION DAÑA NATURALEZA	* BAUXITA EN LAMINA (CONTAMINACION DE AGUA Y SUELO CON Lodos ROJOS - SILICATOS, HIDROXIDOS SODIO Y P. ALCALINOS	* ARENA SILICA, PIEDRA CALIZA Y FELDESDESPATO	* EXTRACCION Y REFINAMIENTO DE HIDROCARBUROS * REC NO RENOVABLES	* PAPEL, ALUMINIO Y POLIETILENO
PROCESAMIENTO DE MAT. PRIM.	* PAPEL Y CARTON REQUERIMIENTOS: E. ELECTRICA PROD QUIMICOS AGUA	* FUNDICION EN ALTO HORNO CON CARBON Y CALIZA * REFINACION EN REDUCC. CARBONO * OBTEN. DE LAMINA * CONTAM. DEL AIRE * RECUBRIMIENTOS CON ESTAÑO, CROMO, AL	* ALUMINA EN ALUMINIO ALTO CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA * FUSION Y ROLADO PARA OBTENCION DE LAMINA	* ALTO CONSUMO DE ENERGIA * CONTAMINACION DE AIRE	* PETROQUIMICA BASICA * PETROQUIMICA SECUNDARIA	* PROCESAMIENTO DE PAPEL, PLASTICO Y ALUMINIO
MANUFACTURA DE ENVASES	* COMBINACION CON OTROS ELEMENTOS (PARAFINAS, PLASTICOS HOJAS METALICAS)	* ROLADO, TROQUELADO ENGARGOLADO * RECUBRIMIENTO EPOXIFENOLICO	* ESTAMPADO, EMBUTID TROQUELADO.	* MOLDEO POR PRENSA-SOPLO	* RESINA POLIMERICA * MOLDEO POR INYECCION-SOPLO	* SUAJADO
ENVASADO O LLENADO		* HASTA 600 LAT/MIN	* 800 A 1500 LAT/MIN	* 250 BOT/MIN * BOT. RETORNABLES CONSUME DETERGENTES MUCHA AGUA Y ENERGIA	* 1000 ENV/MIN	* 100 ENVASES/MIN (DE 1 LT DE CAP)
DISTRIBUCION O VENTA	* MATERIAL LIGERO * AHORRO DE ENERGIA * MENOS EMISIONES	* PESO MEDIO EN COMPARACION	* PESO LIGERO AHORRO DE ENERGIA	* MAYOR COSTO DE TRANSPORTE * CONSIDERABLE PESO * MAYOR CONTAMINACION	* LIGEROS * AHORRO DE ENERGIA EN TRANSPORTE	* LIGEROS Y COMPACTO * 1 CAMION DE MATERIAL VACIO LLENA 23 DE ENVASES LLENOS
MANEJO DE RESIDUOS REUTILIZACION RECICLAJE INCINERACION	* 1 TON DE PAPEL RECICLADO EQUIVALE A 17 ARBOLES * EL USO DE PAPEL RECICLADO REDUCE 58% CONSUMO DE ENERGIA	* TENDEN. A REDUCIR PESO * RECICLAJE AHORRA DE 60 A 70% DE ENERGIA Y CONTAMINACION DE AGUA Y AIRE 86% * MAGNETISMO FACILITA MANEJO	* DIFICIL MAYOR REDUCCION EN PESO * RECICLAJE AHORRA 95% DE ENERGIA	* TEND. A REDUCCION DE PESO * REUTILIZACION DE 20 A 25 VECES * 100% RECICLABLE * 70% DE CULLET REDUCE CONSIDERABLEMENTE REQ. DE ENERGIA * MAT INERTE	* RECICLAJE PROHIBE CONTACTO DIRECTO CON EL PRODUCTO * BUEN COMBUSTIBLE * INERTES NO BIODEGRADABLES	

* EN EL MANEJO DEL CLASE DE ENVASES EQUIVALES DEL 1993

Análisis de ciclo de vida

¿Que ventajas?

- * Enfoque preventivo para la contaminación.*
- * Es integral en su evaluación del impacto ambiental.*
- * Pensamiento comprometido con el medio ambiente.*
- * Aplicado en políticas ambientales puede ser más equitativo. para definir instrumentos económicos, en función del impacto.*
- * Considera alternativas para el mejoramiento del impacto ambiental.*

¿Que criticas tiene?

- * Es costosa tardada su aplicación pues es muy detallada.*
- * Hay controversias entre las organizaciones líderes, porque la metodología no esta totalmente desarrollada sobre todo en su evaluación del impacto ambiental; que es más dañino contaminación del aire o agua o su dificultad para el reciclaje.*

Análisis de ciclo de vida, conclusiones

- 1. Dadas las presiones para cambiar en el aspecto ambiental, la técnica de análisis de ciclo de vida puede tener un importante papel en el entendimiento y mejora del impacto ambiental de los productos.*
- 2. La complejidad del fenómeno de contaminación ambiental requiere de enfoques integrales, considerando todas las etapas de elaboración, uso, reciclaje y confinamiento de los productos.*
- 3. El punto de partida para la aplicación del análisis de ciclo de vida, requiere de la honesta preocupación y compromiso de la alta dirección de las empresas para mejorar el medio ambiente, tratando de buscar la mejora constante de los productos, desarrollando y propiciando esta cultura en la sociedad.*



**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.**

TEMA: 2 MARCO LEGAL (ANEXO)

**EXPOSITOR:
ING. GUSTAVO SOLORZANO .**

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 DE 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 (P. 3) 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.

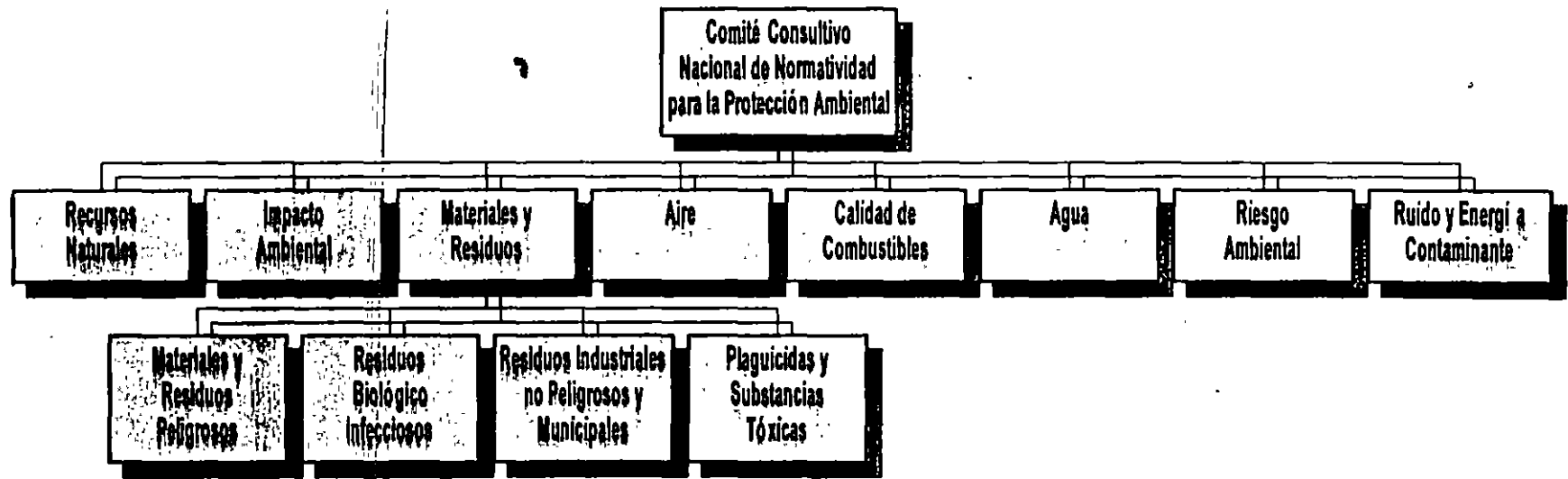
REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

SCT

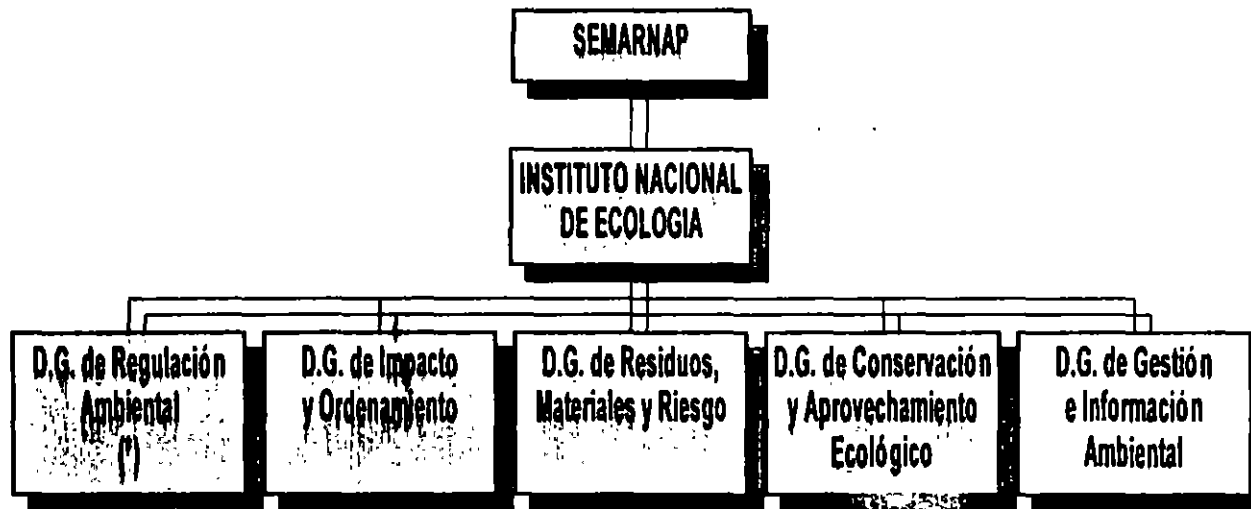
- TITULO PRIMERO - DISPOSICIONES GENERALES
- TITULO SEGUNDO - DEL ENVASE Y EL EMBALAJE
- TITULO TERCERO - DE LAS CARACTERISTICAS, ESPECIFICACIONES
- TITULO CUARTO - DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD
- TITULO QUINTO - DEL TRANSITO EN LAS VIAS DE JURISDICCION FEDERAL
- TITULO SEXTO - DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS
- TITULO SEPTIMO - DE LA RESPONSABILIDAD
- TITULO OCTAVO - DE LAS OBLIGACIONES

- 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).

Los Residuos Peligrosos en la Industria de la Construcción



Los Residuos Peligrosos en la Industria de la Construcción



(*)Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normatividad para la Protección Ambiental



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 4: EFECTOS DE LOS RESIDUOS EN EL AMBIENTE

DRA. CRISTINA CORTINAS

PRINCIPALES TIPOS DE RESIDUOS PELIGROSOS

Dentro de las clasificaciones internacionales de residuos peligrosos se incluyen a los residuos aislados, mezclados o en solución; a los sólidos, líquidos o todos generados como subproductos de procesos; y a los aceites gastados, resultantes de la limpieza de maquinarias e instalaciones. Estos residuos están considerados como un peligro potencial para la salud humana, los bienes o el ambiente, en virtud de sus propiedades físico-químicas y toxicológicas.

Asimismo, se consideran residuos peligrosos aquellas materias primas y productos químicos que

caducan, se deterioran, se retiran del comercio o dejan de utilizarse; lo cual plantea la existencia de múltiples fuentes generadoras de residuos, eventualmente sujetas a regulación y control (por ejemplo, los residuos peligrosos que se generan en el hogar no son normados).

Distintos países y organismos internacionales han establecido clasificaciones y listados diferentes de residuos peligrosos. Sin embargo, hay cierta coincidencia en aquellos de elevada peligrosidad para la salud o el ambiente (Ver Anexos).

Residuos peligrosos (ejemplos)

ACIDOS Y ALCALIS

Comprenden una gran variedad de sustancias, las más comunes de las cuales se producen y emplean en grandes cantidades; tal es el caso de las mezclas crómica y sulfonítrica, del agua regia, las soluciones residuales de procesos electroquímicos, las soluciones alcalinas de lavado y fabricación de papel y celulosa. Estas soluciones acuosas pueden disolver y movilizar metales en los suelos y contaminar cuerpos de agua.

ASBESTOS

Bajo esta denominación se incluye un grupo de fibras minerales naturales empleadas en la generación de gran cantidad de productos, prácticamente indestructibles y no flamables; sin embargo, los asbestos ocasionan problemas respiratorios en los trabajadores expuestos a ellos en el ambiente laboral. Se considera a la crocidolita, un tipo especial de asbesto y la principal forma de asbesto involucrada en el desarrollo del cáncer del pulmón y de la pleura.

CIANUROS

Son ampliamente utilizados, particularmente en el beneficio de metales y en la síntesis de productos químicos tales como plaguicidas y polímeros. Los cianuros se caracterizan por su gran toxicidad.

FENOLES

Son sustancias altamente corrosivas y peligrosas en su manejo; empleadas para producir resinas, herbicidas, desinfectantes y otros.

PLAGUICIDAS (HERBICIDAS E INSECTICIDAS)

Son en sí productos peligrosos pero, además, durante su síntesis se pueden generar sustancias intermedias con propiedades que las hacen tan peligrosas como los residuos de los propios plaguicidas; es el caso de las dioxinas que estuvieron involucradas en el accidente ocurrido en Seveso, Italia.

Residuos peligrosos (continuación)

BIFENILOS POLICLORADOS (BPC's)

Al igual que los bifenilos polibromados (BPB's), han tenido un amplio uso como aislantes eléctricos y plastificantes (fabricación de películas plásticas aplicadas a utensilios de cocina), así como antiseccantes. Por su gran persistencia y sus efectos tóxicos, se ha buscado a nivel mundial prohibir su producción y sustituirlos por sustancias menos peligrosas.

METALES PESADOS

La toxicidad de un gran número de ellos es bien conocida, así como su persistencia y capacidad de bioacumulación, razones por las cuales su manejo está sujeto a regulación y control.

RESIDUOS DE PINTURAS

Los procesos de producción de pinturas, barnices y lacas se caracterizan por generar grandes cantidades de RP que incluyen: mezclas de solventes orgánicos —hidrocarburos aromáticos, derivados halogenados, cetonas y aldehídos— resinas vinílicas, acrílicas, y epóxicas; pigmentos y colorantes diversos, algunos a base de metales pesados.

RESIDUOS DE GASES COMBUSTIBLES DEL PETRÓLEO

En los procesos de extracción del petróleo se genera gas natural y gas de petróleo, considerados ambos como RP si no se utilizan integralmente.

RESIDUOS DE PETRÓLEO

Los procesos de extracción, destilación y cracking generan mezclas de sustancias que pueden convertirse en RP, tales como: hidrocarburos aromáticos policíclicos, asfaltenos, azufre y metales pesados.

SOLVENTES ORGÁNICOS

En este grupo se incluyen hidrocarburos alifáticos y aromáticos, sus derivados halogenados, cetonas, aldehídos, ésteres, éteres y otras sustancias. Se emplean en gran diversidad de procesos, en particular en la limpieza de equipos y motores y en la industria electrónica.

BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD

En este campo, al igual que en otros relativos al ambiente y la salud humana, el proceso que se sigue para establecer normas consiste en fijar límites y condiciones considerados como aceptables, para lo cual es necesario:

- Identificar si existe un peligro y si es necesario desarrollar medidas para proteger la salud o el ambiente de tal peligro.
- Conocer los posibles efectos dañinos asociados con el peligro detectado; tener conocimiento de lo que se quiere proteger (la salud, el ambiente o ambos) y de cuáles son las poblaciones, grupos y recursos naturales más sensibles a sus efectos.
- Calcular el riesgo, es decir, la probabilidad de que la existencia del peligro ocasione daños a la salud o al ambiente.

La distinción entre peligro y riesgo es sumamente importante. Un peligro está directamente relacionado con las propiedades del residuo peligroso, ya sea físico-químicas o toxicológicas. En el primer caso, si se trata de una sustancia química o de una mezcla de varias sustancias. En el segundo, de tipo infeccioso, si se trata de residuos biológicos.

El riesgo depende del grado de daño que podría ocasionar el residuo peligroso, en función de la exposición humana a él, de su difusión en el ambiente o de la magnitud de los siniestros que pueda ocasionar.

Al evaluar un peligro se pretende cuantificar la potencia (corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable e infecciosa) de los residuos; en tanto que al evaluar sus riesgos se intenta calcular o estimar

la magnitud de sus impactos (número de individuos posiblemente afectados o dimensión del área que puede ser dañada).

Como no existe un grado de riesgo cero —en la naturaleza nos enfrentamos cotidianamente con diversos riesgos— y como disminuir todo tipo de riesgos es una acción que involucra costos y recursos, para establecer una norma se hace necesario definir el grado de riesgo aceptable.

Así por ejemplo, si se quiere establecer una normatividad respecto de las emisiones de un incinerador de residuos peligrosos, la situación es diferente si lo que se quiere hacer es evitar que ocurran muertes como resultado de la exposición a tales emisiones, que si se desea evitar molestias ocasionadas por olores desagradables. En el primer caso, a pesar de que la probabilidad de que se produzcan defunciones es remota, el riesgo aceptable es bajo; en el segundo, es posible que este tipo de riesgo sea muy superior.

En el ejemplo citado se percibe otra característica de las normas ambientales, ocupacionales y de salud pública; el que pueden referirse a aspectos cuantificables o solamente cualitativos.

En el caso de daños cuantificables (como número de muertes o individuos enfermos) el establecimiento de las normas —es decir, de límites aceptables— es más fácil. No ocurre lo mismo en el caso de aspectos subjetivos, como las molestias provocadas por olores, en los cuales los individuos difieren en su capacidad de percibirlos y tolerarlos; las sociedades también pueden diferir en la atención que desean prestar a tales problemas.

El establecimiento de este tipo de normas conlleva elementos políticos y éticos, los cuales condu-

cen a definir riesgos aceptables de diferente magnitud por parte de distintas sociedades.

Se considera que existe una relación directa entre seguridad y riesgo, y que un alto grado de seguridad es, por tanto, sinónimo de un bajo grado de riesgo.

Se admite también que existe una relación directa entre el grado de seguridad que se busca alcanzar y los costos y requerimientos tecnológicos para lograrlo. De ahí que se apliquen análisis costo-beneficio para determinar las normas y que se busque definir previamente el riesgo socialmente aceptable.

De lo anterior se desprende que al elaborar normas de seguridad sobre los residuos peligrosos es preciso tener al alcance información relativa a las propiedades de las sustancias que los conforman y conocer las condiciones posibles de exposición que puedan generar un riesgo inaceptable.

Las normas y controles son particularmente necesarios en el caso de que exista una amenaza seria para la salud, la seguridad o el ambiente.

Propiedades físicas y químicas

Los materiales y sustancias que constituyen a los residuos peligrosos están caracterizados de acuerdo con sus propiedades físico-químicas.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas comprenden aquellas que pueden ser determinadas sin alterar la composición química de la materia; son típicas de cada sustancia

Propiedades físicas

- Forma: líquida, sólida o gaseosa
- Color
- Olor
- Sabor
- Densidad o peso específico
- Solubilidad
- Coeficiente de partición lípido-agua
- Presión de vapor
- Temperatura de ebullición
- Temperatura de solidificación

o compuesto, y aunque muchas son comunes para varias sustancias, no todas son las mismas para diferentes compuestos diferentes.

A continuación se describen algunas de estas propiedades:

Peso específico

Se refiere a la masa o peso del volumen dado de una sustancia, comparada con la masa o peso de un volumen igual de agua; se trata de saber si esa sustancia es más o menos pesada que el agua.

Solubilidad en agua

Esta propiedad se expresa como la cantidad o el porcentaje de un material (en peso) que se disuelve en agua a temperatura ambiente.

La movilidad de los residuos peligrosos en los suelos se ve favorecida por su solubilidad en agua. Cuando ésta es mayor a 500 ppm (partes por millón), los residuos alcanzan una gran movilidad y una mayor concentración en los medios acuáticos —como ocurre con el aluminio y el cadmio. Si las sustancias que componen los residuos tienen una solubilidad acuosa mayor a 25 ppm, no son persistentes en los organismos vivos. Y si su solubilidad es menor, pueden quedar inmobilizadas en los suelos y acumularse en los seres vivos —como sucede con el arsénico y el plomo.

Coeficiente de partición lípido-agua

Es la relación entre la solubilidad en agua de un material y su solubilidad en un aceite.

A través de este coeficiente se puede determinar la capacidad que tienen las sustancias que conforman los residuos para disolverse en agua y en lípidos (por ejemplo, los que conforman las membranas de los seres vivos). Sustancias con coeficientes mayores a uno son liposolubles y de fácil absorción a través de las membranas y acumulación en el tejido graso (por ejemplo, los hidrocarburos aromáticos y los plaguicidas).

Presión de vapor

Mide indirectamente la cantidad de una sustancia que se vaporiza a una temperatura dada. A mayor presión de vapor la sustancia desprende una mayor cantidad de vapores a esa temperatura, la cual generalmente corresponde a la temperatura ambiental.

La volatilidad de las sustancias depende de su presión de vapor. Aquellas con presiones superiores a los 10^{-3} mm de mercurio (Hg), a 25°C , son muy volátiles y se movilizan fácilmente, dispersándose en el ambiente (acetona, éter etílico y metilisocianato). Las que tienen presiones de vapor entre 10^{-4} y 10^{-6} mm de Hg son ligeramente volátiles y menos móviles; en tanto que las que tienen una presión menor a los 10^{-7} mm de Hg pueden considerarse como no volátiles (aceites minerales y metales pesados).

Propiedades químicas

Son aquellas que pueden ser determinadas cuando la sustancia sufre cambios en su composición básica; y las que al manifestarse, en general se acompañan de cambios en una o varias de sus propiedades físicas.

Propiedades químicas

- | | |
|----------------------------|------------------|
| • Disociación e ionización | • Compatibilidad |
| • Corrosividad | • Polimerización |
| • Reactividad | • Oxidación |
| • Flamabilidad | • Explosividad |
| • Descomposición térmica | • Degradabilidad |

Disociación e ionización

Al solubilizarse, las sustancias iónicas se disocian; esto quiere decir que un átomo o un grupo de átomos se separan un poco de la sustancia original y adquieren una carga positiva (catión) o una negativa (anión). Las sustancias que no se disocian se denominan no-iónicas. Esta característica es importante para determinar su movilidad en los sue-

los. Las sustancias aniónicas y no-iónicas son móviles en los suelos, mientras que las catiónicas se adsorben fuertemente a las partículas del suelo y quedan inmovilizadas.

pH:

Es el potencial de hidrogeniones de una sustancia y se refiere al cambio en la concentración de iones de hidrógeno (H^+ = hidrogeniones) que se produce cuando esa sustancia se disuelve en agua. Si los hidrogeniones aumentan, la sustancia es ácida y el pH es menor a 7; por el contrario, si disminuyen, la sustancia es alcalina y su pH es mayor a 7.

Corrosividad

Se considera que una sustancia es corrosiva cuando es capaz de descomponer a otras. En función de la liberación de hidrógeno, degrada químicamente a los materiales con los cuales entra en contacto. Se considera peligrosa una sustancia corrosiva si tiene la capacidad de penetrar el acero con una densidad de un cm en un periodo de 24 horas. Para efectos de derrames de materiales peligrosos, es corrosiva cualquier sustancia que exhiba un pH menor de dos o mayor de 12.

Reactividad

Una sustancia reactiva es aquella que al entrar en contacto con aire o agua, o a causa de un movimiento, sufre cambios químicos y físicos que pueden estar acompañados por la liberación repentina de energía. Esta liberación puede ir desde la eferescencia hasta una explosión violenta.

Flamabilidad

La flamabilidad de un material tiene que ver con su grado de susceptibilidad para arder, al aumentar su temperatura. Las sustancias más flamables son líquidos con punto de ignición por debajo de 60° centígrados.

Temperatura de ignición:

Es la temperatura más baja en la cual un material emite vapores flamables en cantidad suficiente para incendiarse en presencia del aire, ante cualquier fuente de ignición.

Temperatura de autoignición:

Es la temperatura más baja en la cual un material flamable, al mezclarse con el aire, se incendia por sí sólo, sin la presencia de una flama o chispa. En una atmósfera enriquecida con oxígeno puede ocurrir que una mezcla flamable se incendie espontáneamente, a temperaturas más bajas que las normales.

Capacidad oxidante o comburente

Se define así a la capacidad de liberar oxígeno para auxiliar en la combustión de materiales orgánicos y en la descomposición o degradación de materiales inorgánicos.

Explosividad

Las sustancias explosivas son aquellas que de manera espontánea o por una reacción química pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daño a los alrededores.

Límites de explosividad en el aire

Los límites de explosividad son dos: el límite bajo (Lower Explosive Level) (LEL) y el superior (Upper Explosive Level) (UEL). El primero se refiere a la concentración mínima de vapores de una sustancia, mismos que pueden explotar si se calientan. Se expresa como porcentaje de vapor en el aire. El segundo se refiere a la concentración más alta de vapores de una sustancia, los cuales, en presencia de calor, explotarán. Se expresa como porcentaje de vapor en el aire.

Polimerización

Consiste en una reacción química en la cual un gran número de moléculas relativamente simples se combinan para formar una gran cadena de moléculas. Una polimerización peligrosa será una reacción en la que se liberen grandes cantidades de energía.

Degradabilidad

Las sustancias pueden ser degradadas de tres maneras: se les puede disminuir su actividad a través del tiempo, mediante procesos químicos (quimiodegradabilidad), tal como ocurre con los ácidos y las bases; por la acción de la luz (fotodegradabilidad), como sucede con las piretrinas y con el toxafén; o mediante la acción de microorganismos (biodegradabilidad), como es el caso de la celulosa, los peróxidos y algunos hidrocarburos.

Aspectos toxicológicos y efectos en la salud

Se define como tóxico a toda sustancia o reactiva para el cual se ha encontrado que la exposición de seres humanos incluso a dosis bajas es fatal, o bien que al ser inhalado, ingerido o al ingresar al organismo a través de la piel puede provocar efectos agudos o crónicos, incluyendo cáncer.

a) Etapas de la interacción de los residuos peligrosos con el organismo humano

Exposición: se considera que un individuo está expuesto cuando el residuo peligroso se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al organismo: respiratoria (inhalación); tegumentaria (absorción a través de la piel y las mucosas) y gastrointestinal (ingestión).

Absorción: consiste en el paso del residuo peligroso, a través de las membranas biológicas correspondientes, a la circulación sistémica. En la sangre las sustancias que lo componen se solubilizan en el

plasma y/o se unen a las proteínas plasmáticas o a los glóbulos rojos.

Distribución: corresponde a la fase en la cual el residuo peligroso o las sustancias que lo componen son distribuidos por la sangre a los tejidos corporales para luego ser metabolizados, retenidos o excretados.

Eliminación: ocurre ya sea por excreción urinaria y/o intestinal y por biotransformación (sinónimo de metabolismo). En términos globales, el metabolismo tiende a generar sustancias menos activas y fácilmente excretables.

Acumulación: de acuerdo con las características físico-químicas del residuo peligroso, o de las sustancias que lo componen, puede llegar a fijarse en ciertos tejidos y acumularse en ellos e interaccionar con las macromoléculas celulares.

b) Determinación de la exposición

La evaluación de la exposición corresponde a la estimación —cualitativa o cuantitativa— de la dosis (cantidad de sustancia que ingresa al organismo), frecuencia, duración y ruta a través de la cual se produce la exposición.

En el caso de los residuos peligrosos, una dificultad mayor que enfrenta la determinación de la exposición es que frecuentemente se trata de mezclas complejas de sustancias químicas en concentración variada y cuyos efectos pueden diferir en esas condiciones, ya que las sustancias entre sí pueden antagonizarse o potenciarse.

Para determinar la exposición potencial es preciso conocer:

1. El número, tipo y volumen de los agentes químicos desechados; el periodo de tiempo de las operaciones de manejo de los residuos peligrosos y las cantidades de los agentes particulares que los componen en un momento dado.

2. Las rutas más probables de movilización de los residuos peligrosos hasta entrar en contacto con las personas (cuadro 4).
3. La integridad y estructura de los depósitos de residuos químicos.
4. Los métodos de contención de los mismos.
5. La persistencia de los agentes químicos.
6. Las características meteorológicas y geológicas del sitio de residuo.
7. Las fuentes de abastecimiento de agua de las poblaciones vecinas.

En general, se considera que la exposición humana potencial es mayor en los sitios activos en los que se manejan residuos peligrosos, que en aquellos que han sido abandonados, salvo que en ellos se encuentren sustancias persistentes y bioacumulables.

La forma más directa de determinar la exposición es por medio del análisis de la concentración alcanzada por las sustancias que componen los residuos peligrosos, en muestras de tejidos o en fluidos biológicos de las personas expuestas.

Los agentes químicos difieren en su potencia, ya que para producir un mismo efecto se requieren dosis diferentes, siendo más potente el que en una cantidad menor produce primero el efecto. Para dar un ejemplo de ello, en el cuadro 5 se indican las dosis de distintas sustancias tóxicas requeridas para provocar la muerte en 50% de los animales expuestos (Dosis letal 50).

c) Posibles efectos en la salud de los residuos peligrosos

La información acerca de los efectos potenciales en la salud de los residuos peligrosos ha sido obtenida a partir de:

- Estudios realizados en animales de experimentación expuestos en forma controlada a las sustancias que hacen peligroso a un residuo (cuadro 5).
- La evaluación clínica de trabajadores expuestos a dichas sustancias en el ambiente laboral.

Cuadro 4
Rutas posibles de exposición a través de distintos medios

Medio	Rutas de exposición
Agua subterránea superficial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa. 2. Contacto dérmico y/o reacción. Contacto ocular y/o reacción. 3. Inhalación secundaria debido a usos domésticos.
Suelo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa (principalmente por niños de 9 meses a 5 años de edad). 2. Absorción dérmica. Contacto ocular y/o reacción. 3. Inhalación de sustancias volatilizadas del suelo. 4. Inhalación de polvo arrastrado. 5. Ingestión de contaminantes inhalados; capturados por macrófagos pulmonares barridos por las células mucociliares hacia el tracto gastrointestinal.
Aire intramuros extramuros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inhalación. 2. Diseminación de contaminantes inhalados capturados por los macrófagos pulmonares.
Alimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de agua contaminada. 2. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de tierra, polvo o aire contaminados. 3. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la inhalación, evaporación y transpiración de aire contaminado. 4. Contacto dérmico con y/o reacción a plantas, animales y productos contaminados; contacto ocular y/o reacción.
Medios diversos: lodos, sedimentos, etcétera.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa. 2. Contacto dérmico; contacto ocular y/o reacciones. 3. Inhalación secundaria a la volatilización o arrastre de medios diversos. 4. Ingestión de plantas, animales y productos contaminados; ingestión secundaria al contacto con medios contaminados (exposición a residuos de materiales de construcción, etcétera).

Fuente: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Health Assessment Form, Guidelines and Methodology*. U.S. Public Health Services, ERLA 1989

- El examen de personas que accidentalmente entraron en contacto con residuos peligrosos o residentes de lugares empleados previamente como depósito de dichos residuos (cuadros 6 y 7).

Afecciones del aparato respiratorio

La inhalación de sustancias presentes en los residuos peligrosos puede producir diferentes problemas respiratorios que varían en función de las características de dichas sustancias y de la forma y severidad de la exposición.

Sustancias como ácidos o bases y agentes corrosivos o altamente reactivos (amoníaco, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y cloro) pueden provocar quemaduras y dar lugar a edemas pulmonares

si la exposición es muy alta; en tanto que exposiciones continuas a bajas concentraciones producen

Cuadro 5
Dosis tóxicas de referencia de algunas sustancias que se pueden encontrar en los residuos peligrosos

Agente químico	Dosis letal 50 para ratas (mg/kg)
Cianuro	3
Acetato de fenil mercurio	30
Dieldrin	46
Pentaclorofenol	50
DDT	113
Naftaleno	1780
Tolueno	5000

Modificado de: *Managing the Risks of Hazardous Waste* Congress of the United States, Office of Technology Assessment ERLA 1983

Cuadro 6
Desarrollo de cánceres por exposición a residuos peligrosos

Lugar	Tipo de cáncer	Observaciones
New Jersey	Gastrointestinal Mamario	Elevación del riesgo en la población con residencia cercana a sitios contaminados.
	Leucemia	Elevación del riesgo en mujeres expuestas por ingestión de agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno, provenientes de residuos peligrosos.
Woburn, Massachusetts	Leucemia	Elevación del riesgo en niños expuestos por ingestión del agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno, provenientes de residuos peligrosos.
Winnebago, Illinois	Vejiga	Agrupamiento de cánceres en la población que se abastece de agua contaminada por residuos de solventes.
Gassim, Arabia Saudita	Esofágico	Elevación del riesgo entre la población que ingiere agua contaminada con hidrocarburos.

Fuente: National Research Council, *Environmental Epidemiology: Public Health and Hazardous Wastes*, National Academy Press, Washington, DC, EUA, 1991.

irritación de las vías aéreas y favorecen la aparición de infecciones respiratorias en el corto plazo, así como bronquitis o enfisema pulmonar en el mediano y largo plazos. La exposición a fibras como el asbesto puede desarrollar procesos de cicatrización pulmonar y, como consecuencia, una fibrosis pulmonar.

Afecciones del sistema cardiovascular

Se sospecha que sustancias como el disulfuro de carbono y el plomo pueden provocar depósitos de colesterol en los vasos sanguíneos pequeños, lo que

dificulta la circulación sanguínea y aumenta el riesgo de sufrir ataques cardíacos.

Afecciones sanguíneas

Sustancias como el monóxido de carbono, las anilinas, el tolueno y el trinitrotolueno, el benceno, el cloruro de vinilo, el cloruro de metilo, la arsina y el plomo pueden interferir con la habilidad de la hemoglobina para fijar y liberar oxígeno; o dañar la membrana de los glóbulos rojos, con la consecuente liberación de hemoglobina, lo cual puede causar daño renal. De acuerdo con el tipo de exposición, puede producirse anemia aguda o crónica y

Cuadro 7
Efectos reproductivos por exposición a residuos peligrosos

Sitio	Efectos reproductivos	Observaciones
Woburn, Massachusetts	Muertes perinatales Malformaciones congénitas	Asociación positiva entre los casos y la residencia en lugares con pozos contaminados por residuos peligrosos.
Santa Clara, California	Abortos espontáneos Bajo peso al nacer Malformaciones congénitas	Agrupamiento de casos entre la población que consumió agua contaminada por residuos de solventes.
Tucson, Arizona	Anomalías cardíacas congénitas	Asociación positiva entre los casos y el consumo de agua contaminada con tricloroetileno.

Fuente: National Research Council, *Environmental Epidemiology: Public Health and Hazardous Wastes*, National Academy Press, Washington, DC, EUA, 1991.

en algunos casos —como ocurre con la exposición al benceno— leucemia.

Afecciones hepáticas

Agentes químicos como el tetracloruro de carbono, el tetracloroetano y otros derivados halogenados; metales como el antimonio, el berilio, el cadmio, el manganeso o el selenio; sustancias como el dioxano, el fenol, el naftaleno, el dimetil sulfato, la hidracina o el nitrobenzono, pueden ocasionar daño hepático y ser causa de hepatitis o de fibrosis hepática (cirrosis).

Afecciones renales

El bloqueo de la circulación o del transporte de oxígeno en el riñón puede dar lugar a afecciones renales agudas, como ocurre tras la exposición a agentes como el disulfuro de carbono y el plomo. Sustancias tales como el mercurio, el cromo, el arsénico, el ácido oxálico y el etilenglicol pueden dañar los tubos renales.

Afecciones del sistema nervioso

Los acetatos, los alcoholes, los éteres, las cetonas y derivados bromados pueden provocar alteraciones en el sistema nervioso, en tanto que los gases asfixiantes y el monóxido de carbono pueden ocasionar daños por privación de oxígeno al cerebro. También afectan la función nerviosa los plaguicidas, los plastificantes, el mercurio, el plomo, el manganeso y el arsénico.

Afecciones de la piel

Un gran número de sustancias están consideradas como irritantes primarios de la piel. Entre ellas están: ácidos y bases fuertes; algunas sales metálicas o metales simples, y diversos compuestos orgánicos que pueden penetrar las barreras externas de la piel y dañar las capas internas. Otras más son capaces de provocar reacciones alérgicas descritas

como dermatitis de contacto. Entre ellas están los dicromatos, las resinas epóxicas, los aceleradores de caucho, el hexaclorofeno, el biotinol, las salicilamidas y la formalina. Algunas sustancias contenidas en los combustibles fósiles y los aceites vegetales pueden llegar a ocasionar cáncer de piel.

Afecciones reproductivas

Problemas en la reproducción, como es el caso de la impotencia, la esterilidad, la pérdida fetal, la muerte perinatal y algunos defectos congénitos pueden asociarse con la exposición a diversos agentes químicos —aunque también pueden ser ocasionados por factores de otra índole. Sustancias como el cloruro de vinilo; plaguicidas como el DDT, el aldrín y el malatión; los bifenilos policlorados; el cloropreno, la epiclorhidrina; el benceno y el plomo han estado asociados con mutación de las células germinales, infertilidad y teratogénesis.

Desarrollo de cáncer

Estudios epidemiológicos han permitido identificar cerca de treinta agentes capaces de inducir cáncer, de los cuales veinte se han detectado en el ambiente laboral (entre ellos aminas, arsénico, asbesto, bicloro-metil-éter, benceno, cadmio, cromo, isopropilos, gas mostaza, níquel, hidrocarburos policíclicos aromáticos, cloruro de vinilo, radiaciones ionizantes y luz ultravioleta). Estudios experimentales en animales indican que más de 700 compuestos químicos son carcinógenos potenciales. Cabe resaltar que uno de los factores de riesgo de cáncer más importantes es el tabaco.

Efectos genotóxicos

Diversas sustancias han mostrado tener capacidad de interactuar con el material genético de las células, provocando cambios (mutaciones) que pueden favorecer el desarrollo de cáncer, padecimientos hereditarios y probablemente envejecimiento prematuro.

Peligros de infección

Los residuos generados como consecuencia de la elaboración de diagnósticos, tratamientos o inmunizaciones a los seres humanos o animales, así como los provenientes de investigaciones relacionadas con los mismos o aquellos derivados de la producción y prueba de reactivos biológicos son actualmente objeto de regulación y control para prevenir riesgos a la salud, en particular los de tipo infeccioso (cuadro 8).

Las regulaciones cubren aspectos relacionados con el manejo de tales residuos intramuros en los lugares donde se generan y, en su caso, durante su transporte a los sitios donde reciben tratamiento y en los que se confinan una vez tratados, lo que implica la intervención de tres tipos de autoridad: sanitaria, del transporte y del ambiente.

Ante todo, debe prohibirse y vigilarse que no se disponga de los residuos infecciosos inadecuadamente, para evitar que éstos se difundan en el ambiente y puedan ocasionar graves problemas de salud.

Las enfermedades infecciosas se propagan debido a la interacción entre los agentes infecciosos patógenos y los individuos susceptibles.

Etapas del proceso infeccioso

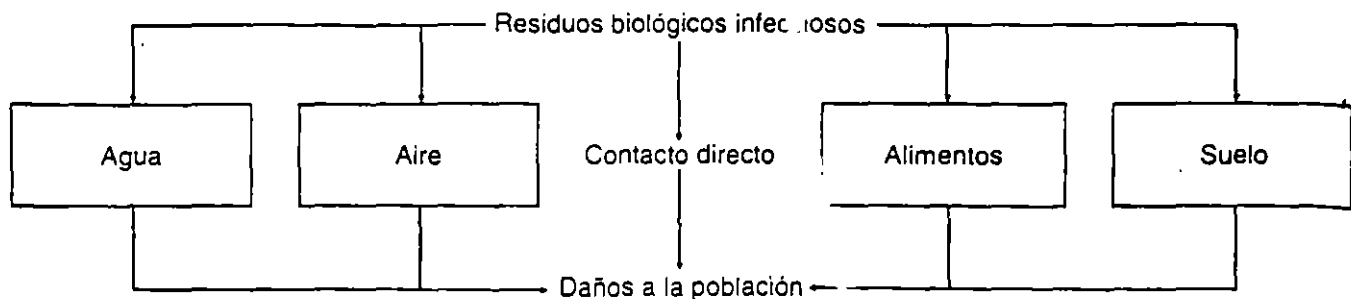
1. Introducción del agente patógeno al organismo.
 2. Aprovechamiento del metabolismo de los tejidos del organismo por el agente infeccioso.
 3. Resistencia del agente patógeno a los sistemas de defensa del organismo.
 4. Producción de daño al organismo afectado.
- El resultado del proceso infeccioso depende, por tanto, de:
- La virulencia del agente patógeno.
 - El número de agentes patógenos.
 - La vía de entrada al organismo.
 - La susceptibilidad del individuo.

La virulencia de un agente infeccioso está determinada por su patogenicidad, por el nivel de toxicidad de las sustancias que produce en el organismo y por su capacidad de penetración. Sin embargo, a estas características hay que añadir los factores ambientales favorables al agente infeccioso. Las condiciones para la propagación de una infección se dan, por ejemplo, cuando un agente no es muy virulento pero se reproduce fácilmente y tiene altas oportunidades para entrar en contacto con los individuos.

Cuadro 8
Residuos biológicos infecciosos

Tipo de residuo	Descripción
Cultivos y cepas	Comprenden los cultivos y cepas de agentes infecciosos desechados por laboratorios médicos y patológicos, de investigación o industriales; vacunas vivas atenuadas; y cajas de cultivo o materiales empleados para transferir o inocular cultivos.
residuos patológicos	Organos o tejidos de pacientes.
Sangre humana o productos sanguíneos	Incluye sangre líquida desechada o subproductos, así como cualquier elemento saturado o embebido de sangre y sus contenedores.
Objetos punzocortantes	Utilizados en el cuidado o tratamiento médico de pacientes o de animales enfermos, en investigación o en laboratorios industriales. Incluye objetos de vidrio que hayan estado en contacto con agentes infecciosos.
residuos animales	Cadáveres, órganos o tejidos de animales expuestos a agentes infecciosos o empleados en evaluaciones toxicológicas.
residuos aislados	residuos biológicos y materiales contaminados con sangre, excreciones, exudados o secreciones de seres humanos aislados por padecer enfermedades contagiosas o animales infectados.

Figura 1
Rutas de diseminación de residuos biológicos infecciosos



La figura 1 resume las rutas por las cuales los residuos biológicos infecciosos pueden convertirse en riesgo para la población y el ambiente.

Por otra parte, para evaluar la peligrosidad de los residuos hospitalarios se consideran:

- Los riesgos inherentes a los residuos.
- La contaminación producto de su incineración.
- Los agentes patógenos viables que forman parte de los residuos con capacidad para inducir enfermedades, en especial hepatitis B y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

FORMAS DE EXPOSICION DE LOS TRABAJADORES

En las instalaciones que manejan residuos peligrosos, los trabajadores pueden verse expuestos a diversos factores de riesgo. La Fundación Europea

para la Mejora de las Condiciones de Vida y Trabajo (1988) publicó un documento del cual se resumen las formas potenciales de exposición.

Formas potenciales de exposición de los trabajadores

Inhalación de polvo y emanaciones o gases de:

- Operaciones de vertido que alteran los residuos (asbesto).
- Vaciado de recipientes de residuos.
- Humedecimiento de residuos reactivos (ejemplo, escorias metálicas).
- Mezcla de residuos incompatibles (ejemplo, cianuros y ácidos).
- Neutralización en lagunas en vez de en recipientes de proceso.
- Trabajo en recintos cerrados.
- Combustión accidental o no autorizada.

Contacto con la piel por absorción o inyección cuando las operaciones manuales involucran:

- Intervención de sustancias tóxicas remitidas para eliminación como disolventes.
- Contaminación por heridas.
- Exposición prolongada o intermitente a diversos agentes químicos corrosivos.

Ingestión de cantidades significativas de sustancias tóxicas como consecuencia de:

- Instalaciones rudimentarias para la descontaminación de maquinaria.
- Consumo de alimentos y bebidas en el lugar de trabajo.
- Carencia de lavabos.

Peligros físicos debidos a:

- Incendios, agravados por la utilización de maquinaria para apagar sustancias en combustión.
- Explosiones en los incineradores, en caso de cargas de contenido no comprobado.
- Ruidos provocados por maquinarias.
- Caídas, por descuidos y desorden en zonas de trabajo.

Peligros mecánicos durante las operaciones o entre ellas como resultado de:

- Equipo instalado: máquinas rotatorias, hervidores, compresores, motores eléctricos.
- Equipo para manipulación o transporte.

- Mantenimiento mínimo o descuidado.
- Estado deficiente de caminos internos.
- Falta de control del tráfico interno.
- Inexistencia de plataformas de descarga de nivel estable.

Posibilidades de infección al manipular:

- residuos de cuero, madera o harina de hueso.
- Roedores.
- residuos de hospitales o mataderos.
- Lodos de aguas residuales.
- Higiene personal deficiente.



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

**CURSOS ABIERTOS
DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CONTROL DE RESIDUOS
SOLIDOS Y PELIGROSOS.**

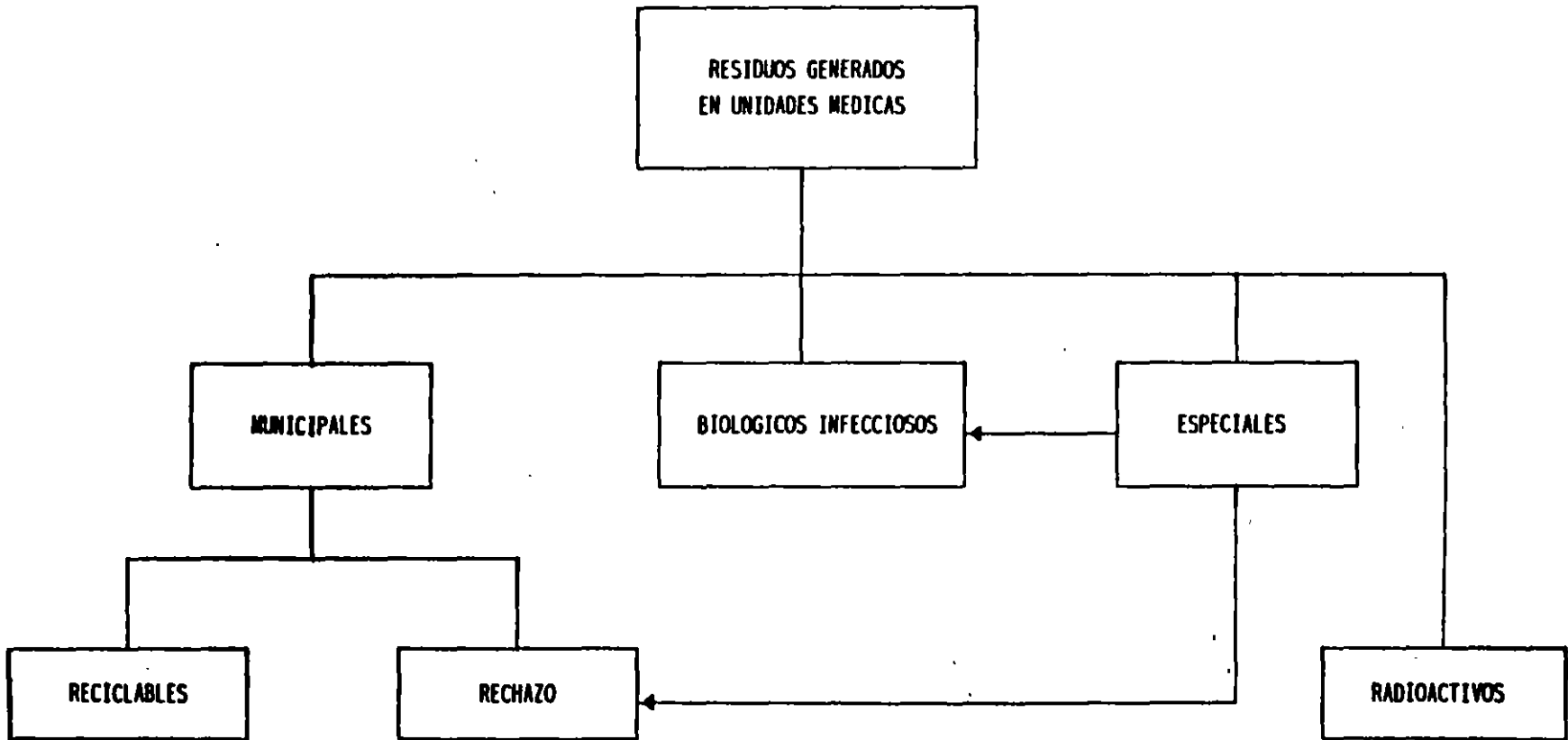
**MODULO: II CONTROL DE RESIDUOS ESPECIALES, INDUSTRIALES
Y HOSPITALARIOS**

**TEMA: 13 CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS
BIOLOGICO - INFECCIOSOS
(TEMA COMPLEMENTARIO)**

EXPOSITOR: ING. RICARDO ESTRADA NUNEZ.

SITUACION ACTUAL

- ENTRADA EN VIGOR DE LA I FASE EL 7 DE MAYO DE 1996 RELACIONADA AL MANEJO INTERNO
- ENTRADA EN VIGOR DE LA II FASE EL 7 DE AGOSTO DE 1996 RELACIONADA AL TRATAMIENTO
- DESCONOCIMIENTO POR PARTE DE ALGUNOS GENERADORES DE INSTITUCIONES SOBRE LA CORRECTA APLICACION DE LA NORMA
- EL PERSONAL QUE MANEJA LOS RESIDUOS NO CUENTA CON SUFICIENTE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO
- EL PERSONAL DE INTENDENCIA NO CUENTA CON EQUIPO DE TRABAJO O DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL
- NO SE HAN ACONDICIONADO INSTALACIONES APROPIADAS PARA EL MANEJO INTERNO Y ALMACENAMIENTO



CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS

- LA SANGRE

- **DERIVADOS (PLASMA, SUERO, Y PAQUETE GLOBULAR)**
- **MATERIALES CON SANGRE O SUS DERIVADOS**
- **RECIPIENTES QUE CONTIENEN O CONTUVIERON**

- LOS CULTIVOS Y CEPAS QUE ALMACENAN AGENTES INFECCIOSOS

- **CULTIVOS DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACION**
- **CULTIVOS PARA PRODUCCION DE AGENTES BIOLOGICOS**
- **INSTRUMENTOS Y APARATOS PARA TRANSFERIR, INVOLUCRAR Y
MEZCLAR CULTIVOS**

CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS

- LOS PATOLOGICOS

- **TEJIDOS, ORGANOS, PARTES Y FLUIDOS CORPORALES**
- **MUESTRAS BIOLÓGICAS PARA ANÁLISIS QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO, CITOLÓGICO O HISTOLÓGICO**
- **CADÁVERES DE PEQUEÑAS ESPECIES ANIMALES**

- LOS RESIDUOS NO ANATOMICOS DERIVADOS DE LA ATENCION A PACIENTES Y DE LOS LABORATORIOS

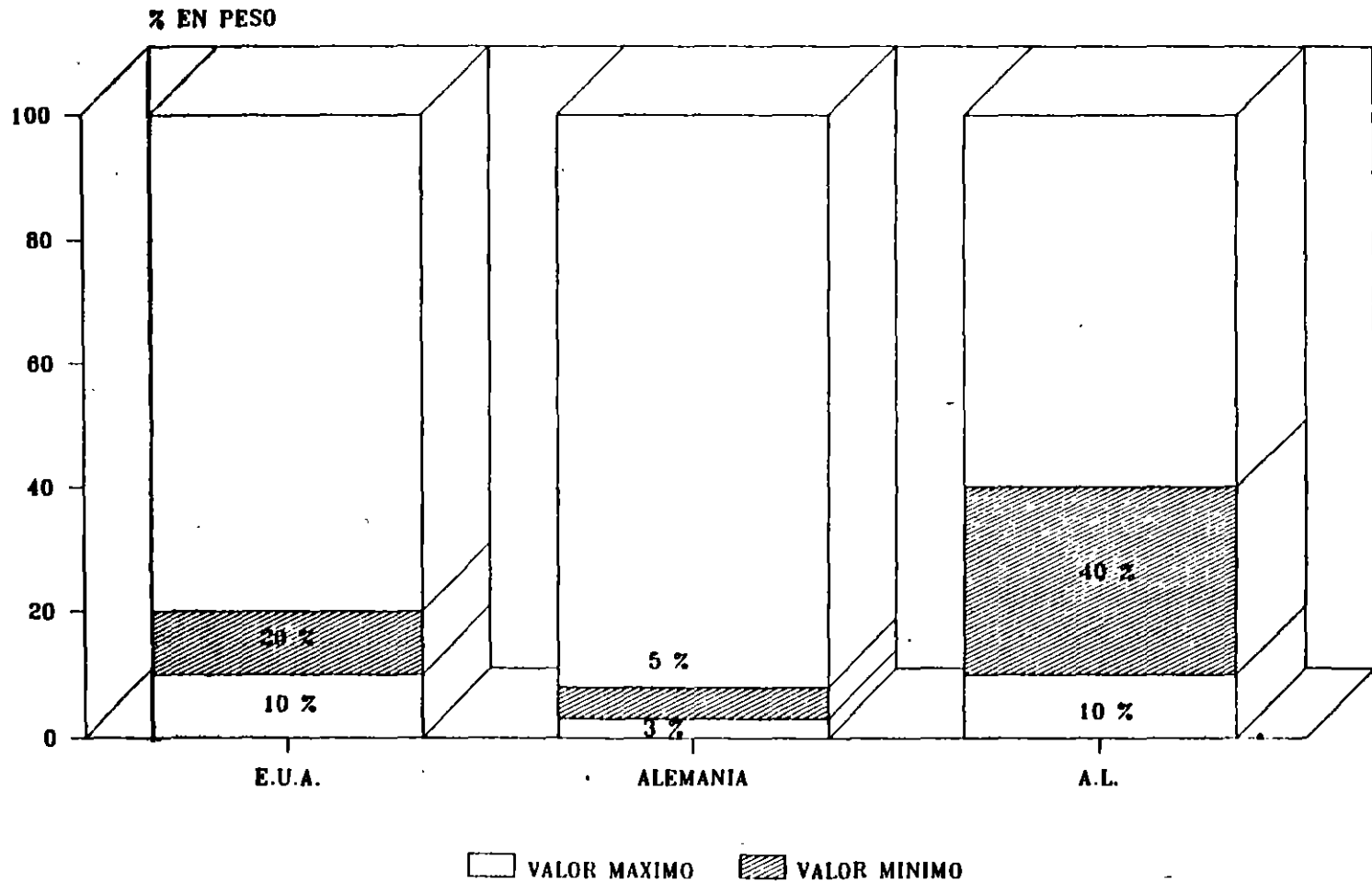
- **EQUIPO, MATERIAL Y OBJETOS UTILIZADOS DURANTE LA ATENCION**
- **EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DESECHABLES UTILIZADOS PARA LA EXPLORACION Y TOMA DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

**CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS
BIOLOGICO-INFECCIOSOS**

- LOS OBJETOS PUNZOCORTANTES USADOS O SIN USAR

- **NAVAJAS, LANCETAS, JERINGAS, PIPETAS PASTEUR, AGUJAS HIPODERMICAS DE ACUPUNTURA, BISTURIES, CAJAS PETRI, CRISTALERIA ENTERA O ROTA, PORTA Y CUBRE OBJETOS, TUBOS DE ENSAYE**

PORCENTAJE DE RESIDUOS INFECCIOSOS GENERADOS EN UNIDADES MEDICAS



COMPOSICION FISICA OBTENIDA EN ESTUDIOS

BIEN PRODUCTOS	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	PROMEDIO
ABATE ENQUINAS	0.20	0.10	3.80	1.97
ALUMINIO	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
GRASA	7.70	0.50	3.10	3.77
HUESO	0.00	0.20	0.00	0.07
HULE	1.00	0.40	4.80	2.07
JERINGA DESECHABLE	3.60	0.30	4.50	2.80
LATA	1.00	0.60	3.60	1.73
LOZA Y CERAMICA	0.00	0.00	0.00	0.00
MADERA	1.10	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 (LANTAS)	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS	1.60	1.10	0.70	1.13
PAPEL BOND	8.20	4.50	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
RESIDUO 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
VENDAS	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

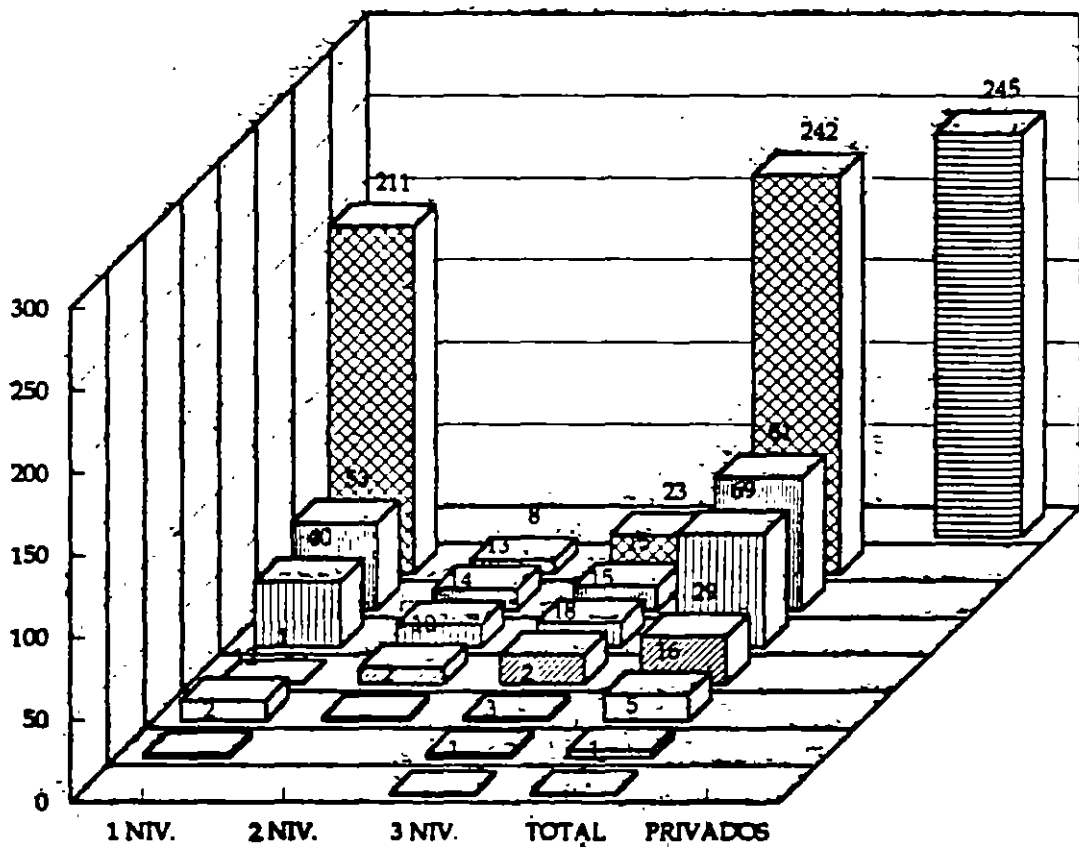
CLASIFICACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<ul style="list-style-type: none"> • CLINICAS DE CONSULTA EXTERNA Y VETERINARIAS DE PEQUEÑAS ESPECIES • LABORATORIOS CLINICOS QUE REALICEN DE 1 A 20 ANALISIS AL DIA 	<ul style="list-style-type: none"> • HOSPITALES QUE TENGAN DE 1 A 50 CAMAS • LABORATORIOS CLINICOS QUE REALICEN DE 21 A 100 ANALISIS AL DIA 	<ul style="list-style-type: none"> • HOSPITALES CON MAS DE 50 CAMAS • LABORATORIOS CLINICOS QUE REALICEN MAS DE 100 ANALISIS CLINICOS AL DIA • LABORATORIOS PARA LA PRODUCCION DE BIOLOGICOS • CENTROS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION • CENTROS ANTIRRABICOS

GENERACION UNITARIA

PAIS	GENERACION UNITARIA		
	NIVEL I (Kg/consultorio/día)	NIVEL II (Kg/cama/día)	NIVEL III (Kg/cama/día)
U.S.A.	3.20	6.20	8.30
<u>MEXICO</u>	<u>1.26</u>	<u>4.73</u>	<u>5.39</u>
VENEZUELA	2.56	3.10	3.71
BRASIL	1.20	2.63	3.80
ARGENTINA	1.85	2.80	3.65
PERU	1.60	2.93	4.80
CHILE	0.97	3.70	4.21

UNIDADES MÉDICAS POR INSTITUCIÓN Y NIVEL DE ATENCIÓN

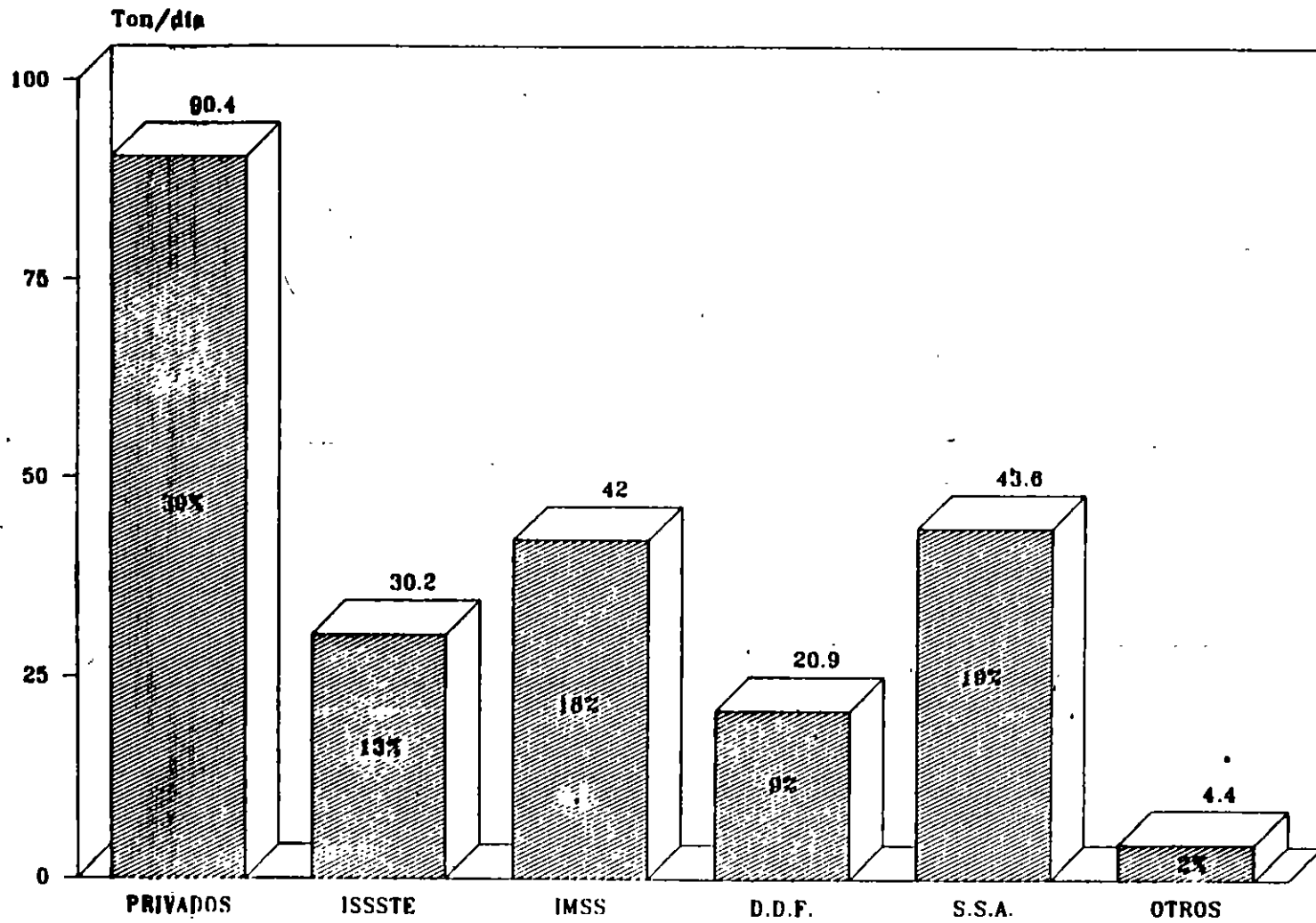


MARINA	PEMEX	SEDENA	D.D.F.
IMSS	ISSSTE	S.S.A	PRIVADOS

GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN UNIDADES MEDICAS EN EL DISTRITO FEDERAL

DELEGACION	PRIVADOS	ISSSTE	IMSS	D.D.F.	S.S.A.	OTROS	TOTAL
ALVARO OBREGON	7.4	6.3	3.5	----	3.3	----	20.7
AZCAPOTZALCO	1.0	0.4	7.7	1.0	0.3	----	10.5
BENITO JUAREZ	7.7	8.8	6.9	1.5	3.8	----	28.9
COYOACAN	0.7	1.9	0.1	0.7	3.2	0.0	7.2
CUAJMALPA	0.1	----	0.1	----	0.1	0.1	0.4
CUAUHTEMOC	23.1	4.0	2.9	2.4	9.7	----	42.3
O.A. MADERO	14.8	2.9	6.4	5.4	2.5	----	32.2
IZTACALCO	1.5	0.1	5.0	0.7	0.1	----	7.6
IZTAPALAPA	7.6	2.0	5.8	1.3	2.0	----	18.8
M. CONTRERAS	4.9	----	0.1	----	0.1	----	5.1
MIGUEL HIDALGO	12.8	3.2	0.4	2.3	1.4	----	20.3
MILPA ALTA	----	----	----	0.5	0.1	----	0.6
TLAHUAC	1.6	----	----	1.0	1.9	----	4.5
TLALPAN	3.1	0.1	2.6	0.2	12.5	3.8	22.5
V. CARRANZA	2.9	0.1	0.1	2.7	1.9	----	7.9
XOCHIMILCO	0.5	0.1	----	0.7	0.1	0.1	1.6

GENERACION POR INSTITUCION



IMPORTANCIA DE LLEVAR A CABO LA CLASIFICACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS GENERADORES

- **INVENTARIO DE GENERADORES POR INSTITUCION Y POR NIVEL**
- **CUANTIFICACION DE LA GENERACION DE RESIDUOS MUNICIPALES Y PELIGROSOS**
- **POR INSTITUCION SE PERMITIRA DIMENSIONAR Y PLANEAR LAS ESTRATEGIAS DE ALMACENAMIENTO, RECOLECCION Y TRATAMIENTO**
- **LA AUTORIDAD LOCAL Y MUNICIPAL ESTABLECERA SUS PROGRAMAS DE RECOLECCION EXCLUSIVAMENTE PARA RESIDUOS MUNICIPALES**
- **PARA LA AUTORIDAD FEDERAL LLEVAN A CABO LA SUPERVISION Y CORRECTA APLICACION DE LA NORMATIVIDAD**

EVALUACION RAPIDA SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN UNIDADES MEDICAS

**ESTABLECER UN PROCEDIMIENTO QUE PERMITA REALIZAR UN
DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS
EN UNIDADES MEDICAS:**

- **CUANTIFICAR Y CARACTERIZAR LOS RESIDUOS SOLIDOS**
- **EVALUAR LAS CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES
HOSPITALARIAS**
- **EVALUAR LOS SISTEMAS DE RECOLECCION, TRANSPORTE,
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION FINAL.**
- **EVALUAR LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE SALUD QUE
PUEDEN ACARREAR LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS Y FUERA DE
LAS INSTALACIONES.**

SE REQUIERE LA SIGUIENTE INFORMACION PREVIA:

- **PLANOS DE DISTRIBUCION DE LA UNIDAD MEDICA**
- **RELACION DEL PERSONAL RESPONSABLE DIRECTAMENTE DEL SERVICIO DE LIMPIA POR LUGAR DE TRABAJO O SERVICIO QUE ATIENDEN**
- **RELACION DE SERVICIOS EXISTENTES**
- **MANUAL Y PLANOS DE ALGUN SISTEMA DE TRATAMIENTO (INCINERACION, ESTERILIZACION)**
- **UBICACION Y DESIGNACION DE UN LUGAR DONDE SE PUEDAN REALIZAR LAS DETERMINACIONES DE PESO Y DENSIDAD DE LOS RESIDUOS**

IDENTIFICACION DE AREAS GENERADORAS

- ESTABLECER LOS CONTACTOS NECESARIOS CON LAS DIVERSAS AUTORIDADES DEL HOSPITAL PARA INFORMAR DE LAS ACTIVIDADES
- ACOMPAÑAR AL PERSONAL DE INTENDENCIA DURANTE LA RECOLECCION EN UN PERIODO DE 2 HORAS
- IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE GENERACION Y CONCENTRACION DE RESIDUOS
- DIVIDIR LOS PISOS Y SECCIONES DEL HOSPITAL EN AREAS QUE SEAN FACILES DE CONTROLAR
- COLOCAR BOLSAS PREVIAMENTE IDENTIFICADAS
- REALIZAR LAS DETERMINACIONES DE GENERACION, PESO VOLUMETRICO, COMPOSICION FISICA DURANTE 8 DIAS
- LOS MUESTREOS DEBEN CONSIDERAR LOS DIAS QUE SE PRESENTA UNA MAYOR ASISTENCIA DE PACIENTES

LLEVAR A CABO LAS SIGUIENTES ACCIONES:

- **ELABORACION Y APLICACION DE ENCUESTAS, Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION**
- **IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS DE MANEJO**
- **REALIZAR LA CAPACITACION DEL PERSONAL DE LIMPIA SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO DURANTE LA CARACTERIZACION**
- **INFORMAR AL PERSONAL MEDICO Y ADMINISTRATIVO SOBRE EL PROYECTO**
- **DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**
- **IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS RESIDUOS CONSIDERADOS COMO PELIGROSOS ASI COMO DE LAS AREAS QUE LO GENERAN**

• **ELABORAR EL DOCUMENTO SOBRE EL DIAGNOSTICO DE LA UNIDAD MEDICA**

• **LAS CONCLUSIONES ALCANZADAS POR EL DIAGNOSTICO PERMITIRAN ESTABLECER O PLANEAR UNA NUEVA ESTRATEGIA, CONSIDERANDO LA NORMATIVIDAD VIGENTE**

MEDIDAS PARA EL PERSONAL DEL GRUPO DE TRABAJO

- DEBEN CONOCER EL CRONOGRAMA DE TRABAJO, SU NATURALEZA Y RESPONSABILIDADES, ASI COMO EL RIESGO AL QUE VAN A ESTAR EXPUESTOS A FIN DE EVITAR ERRORES EN LA TOMA DE DATOS Y ACCIDENTES EN EL MANIPULEO.
- SE DEBERAN VACUNAR CONTRA TETANO, TIFOIDEA Y HEPATITIS.
- SE LES DEBE REALIZAR UN CHEQUEO MEDICO GENERAL QUE COMPRENDA COMO MINIMO EXAMEN DE TUBERCULOSIS Y HEMOGLOBINA, PARA VERIFICAR UN BUEN ESTADO DE SALUD.
- EL PERSONAL DEL LABORATORIO DEBERA PASAR POR EL CHEQUEO MEDICO Y LA ADMINISTRACION DE VACUNAS.
- EL PERSONAL DEBE ENCONTRARSE EN PERFECTO ESTADO DE SALUD, NO TENER PROBLEMAS GRIPALES LEVES NI HERIDAS PEQUEÑAS EN LA MANO O B. ZO.

MEDIDAS DE PROTECCION PERSONAL

RECOMENDADAS AL EQUIPO

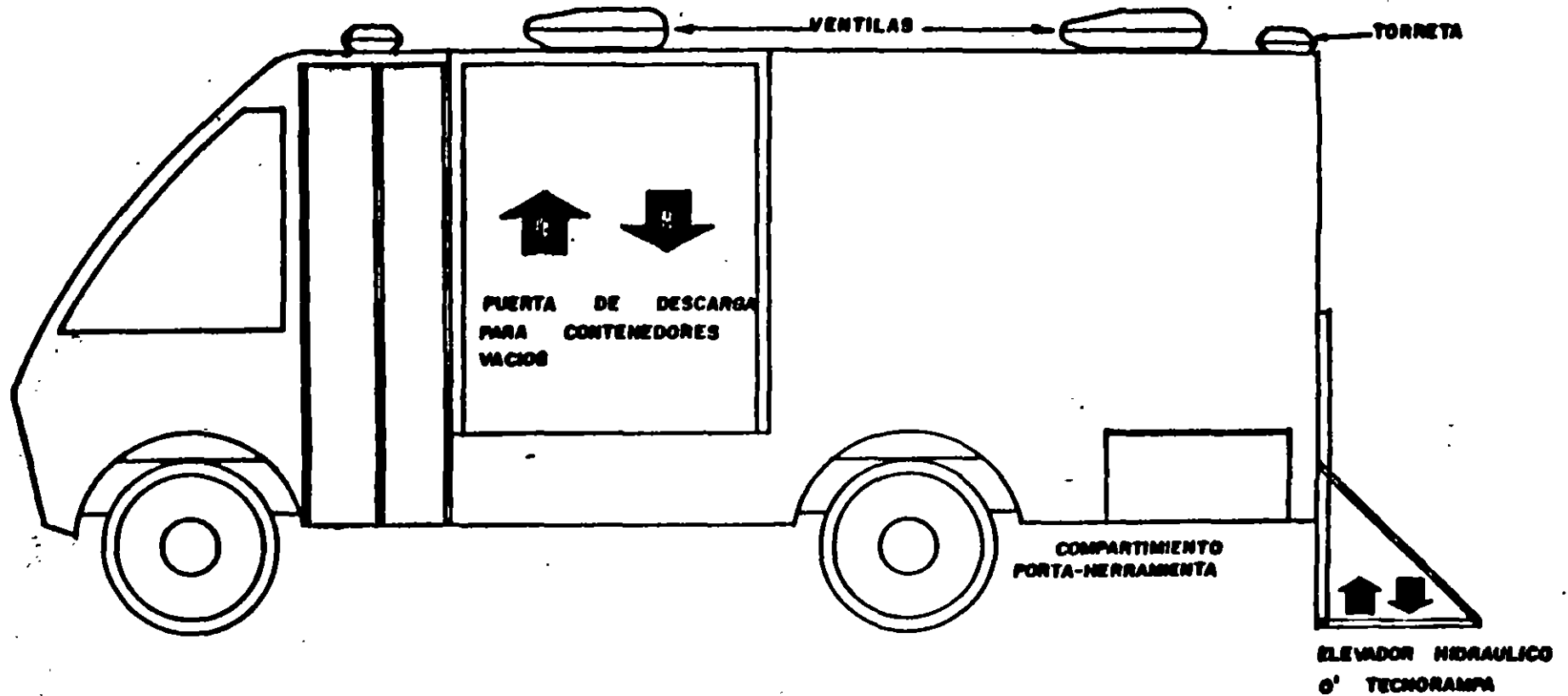
- **NO DEBE COMENZAR SU TRABAJO SIN CONTAR CON SU EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL PUESTO QUE LOS RIESGOS SE DAN DESDE LA RECOLECCION DE LA MUESTRA.**
- **EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL ESTARA COMPUESTO POR: OVEROL, GUANTES DE CIRUJIA, GUANTES DE ASBESTO O PROTECTOR RESPIRATORIO, BOTAS, GORRA, LENTES DE SEGURIDAD.**
- **LOS GUANTES DEBERAN SER REFORZADOS EN LA PALMA Y DEDOS PARA EVITAR CORTES Y PUNZADAS Y SE COLOCARAN POR ENCIMA DE LA MANGA DEL OVEROL.**
- **DEBE SUJETARSE EL CABELLO PARA QUE NO SE CONTAMINE, DE PREFERENCIA PONERSE UN GORRO.**
- **EL PANTALON DEBERA COLOCARSE DENTRO DE LA BOTA**

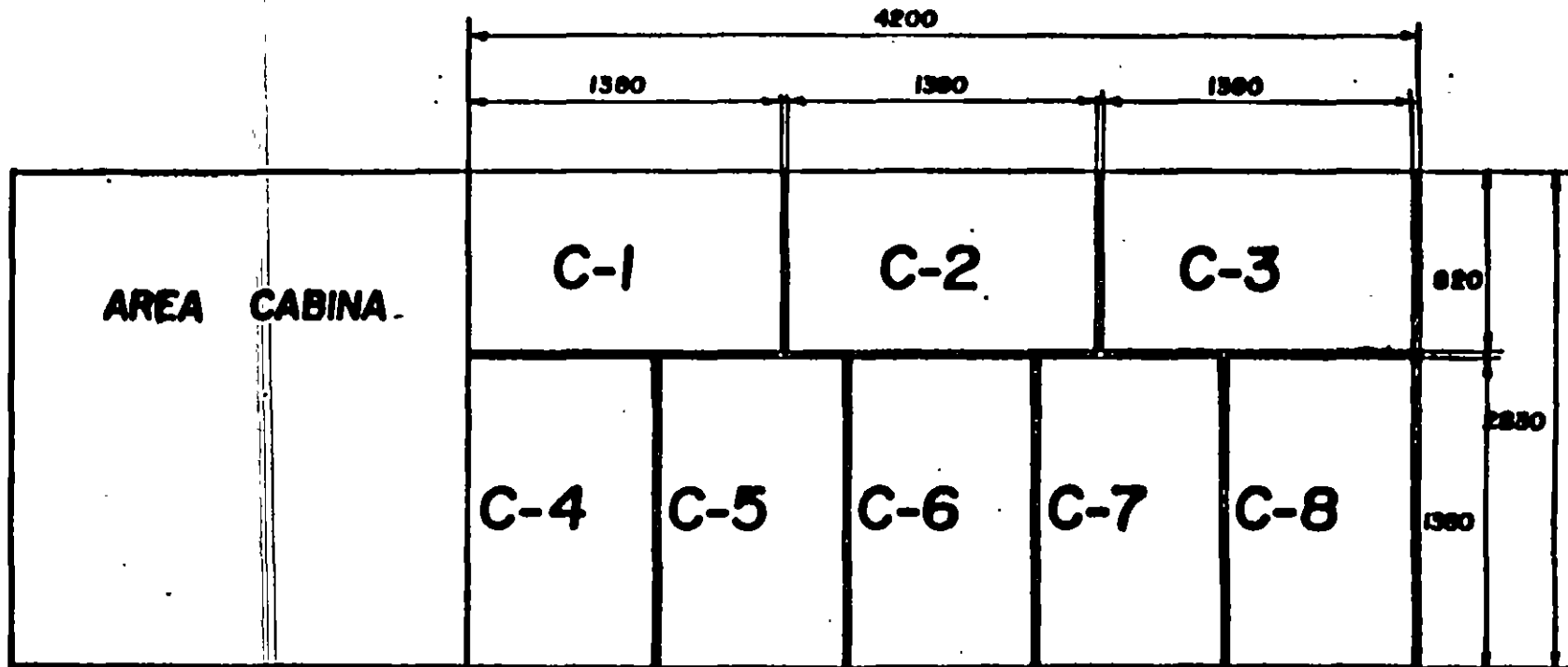
OTRAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

- **NO SE DEBE COMER, FUMAR, NI MASTICAR ALGÚN PRODUCTO DURANTE EL TRABAJO.**
- **SE DEBERA LLEVAR UN BOTIQUIN CON ALCOHOL U OTRO DESINFECTANTE, ALGODON, CURITAS, VENDAS Y JABON GERMICIDA.**
- **SI LES PRODUCE NAUSEAS, DEBE RETIRARSE DEL LUGAR Y RESPIRAR PROFUNDAMENTE VARIAS VECES.**
- **EN EL CASO QUE SE PRODUZCA UN CORTE, RASGUÑO O CUALQUIER ACCIDENTE DURANTE EL TRABAJO, SE DEBE LAVAR LA HERIDA CON AGUA Y JABON, LUEGO DESINFECTARLA Y CUBRIRLA, Y SI FUERA NECESARIO, CONDUCIR AL ACCIDENTADO A EMERGENCIA DEL HOSPITAL.**
- **SI LA BOLSA SE ROMPE DURANTE LA RECOLECCION, DEBE TENERSE OTRA BOLSA PARA INTRODUCIR LA ROTA SIN DEJAR RES' OS EN E L PISO.**

- CUANDO SE REALICE LA DETERMINACION DE COMPOSICION FISICA, SE DEBE SACAR CADA COMPONENTE DE LA BOLSA CON CUIDADO. EN EL CASO DE TENER COMPONENTES CON SANGRE, ESTOS SE DEBEN COGER CON PINZAS.
- PARA EL CASO DE COMPONENTES QUE SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS MEDIOS LIQUIDOS, COMO TUMORES, VISCERAS, ETC., DENTRO DE FORMOL, SE DEBERA TOMAR SOLO EL RESIDUO SOLIDO DEJANDO ESCURRIR EL LIQUIDO ANTES DE PESARLO O CLASIFICARLO.
- SI EL GUANTE SE ROMPE, DEBE SER DESECHADO DE INMEDIATO Y POR NINGUN MOTIVO DEBE SER REUTILIZADO.
- TERMINADA LA RUTINA COMPLETA DEL DIA SE DEBE LAVAR Y DESINFECTAR EL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, ESPECIALMENTE LOS GUANTES.
- DEBE BAÑARSE TERMINADA LA JORNADA.

UNIDAD PROTOTIPO RECOLECCION RESIDUOS HOSPITALARIOS



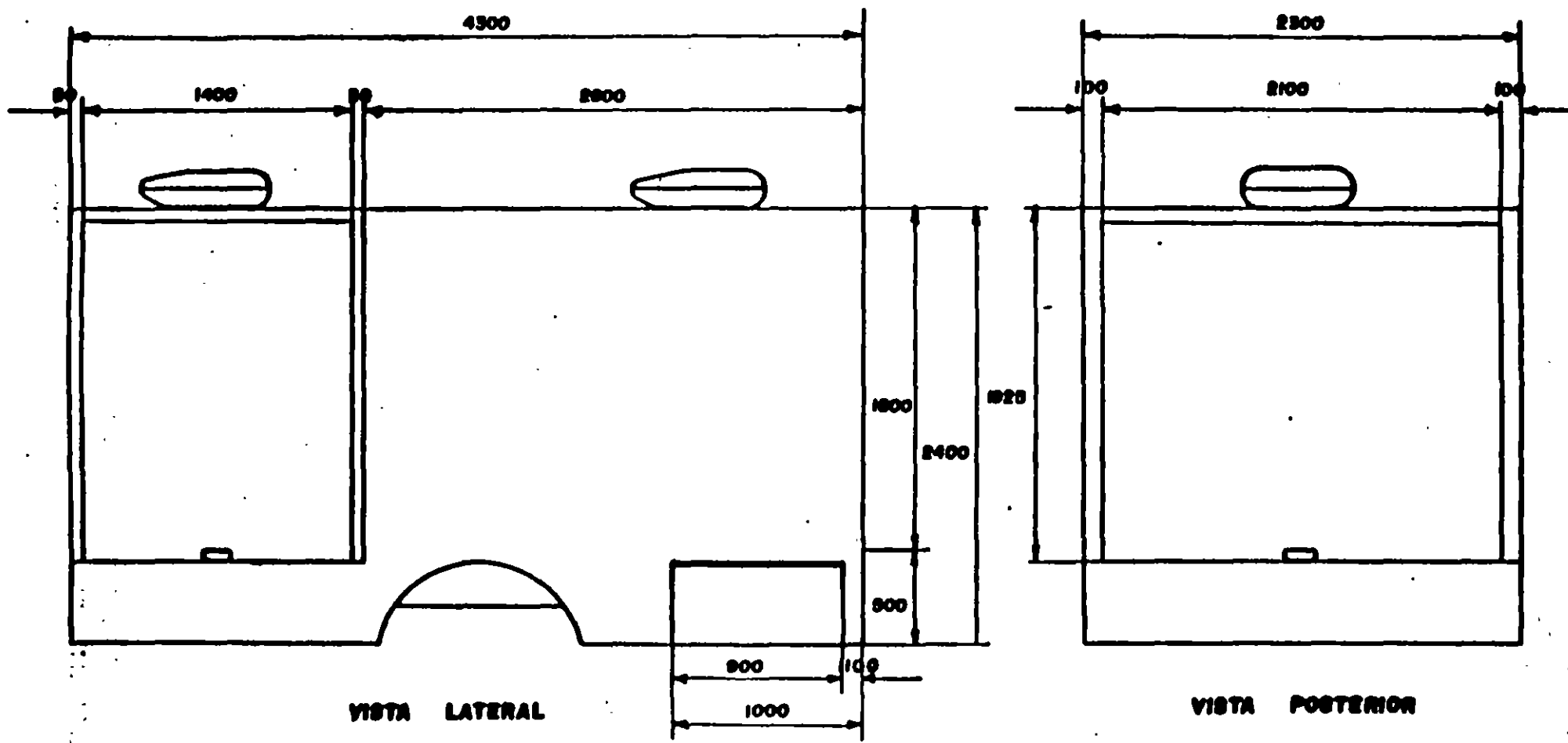


DISTRIBUCION DE CONTENEDORES SOBRE UN CHASSIS

P-30

NOTA: LAS DIMENSIONES SON INTERIORES

CARROCERIA UNIDAD RECOLECTORA



ACOT: mm

CONSIDERACIONES EN LA IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL

- **EL ELEMENTO HUMANO ES UN FACTOR DETERMINANTE EN LA APLICACION DE CUALQUIER EQUIPO O TECNOLOGIA**
- **LOS SISTEMAS DEBEN SER MANEJADOS POR PERSONAS QUE CONOZCAN EL RIESGO QUE IMPLICA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE UNIDADES MEDICAS**
- **ELEVAR LA CONCIENCIA DE LAS ENFERMERAS Y DOCTORES QUIENES INICIAN LA GENERACION DE LOS RESIDUOS**
- **MANTENER UNA CONSTANTE SUPERVISION Y CAPACITACION AL PERSONAL INVOLUCRADO**
- **DEBE EXISTIR PARTICULAR ATENCION A LOS TRABAJADORES CON POCA PREPARACION**

- **LOS PROCEDIMIENTOS DE CAPACITACION NO SOLAMENTE ES LA EXPLICACION DE RUTINA DEL PROCEDIMIENTO DEBE CONSIDERARSE LAS ACCIONES POR DAÑO IMPLICADO POR DESCUIDO**
- **ELEVAR A RANGO DE UN DEPARTAMENTO ESPECIALIZADO EN EL MANEJO DE RESIDUOS**



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 16: TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

ING. LUIS SORIA

TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

ING. LUIS SORIA PUENTE
CENAPRED

Los accidentes con materiales peligrosos se presentan en una gran diversidad de formas por lo que no constituyen un grupo homogéneo de eventos, ya que estos pueden involucrar miles de diferentes sustancias químicas y ocurrir en instalaciones que varían en dimensiones desde la pequeña tlapalería hasta los complejos petroquímicos.

Los eventos pueden ocurrir durante todo el ciclo de vida de los materiales peligrosos, ya sea desde su fabricación hasta su disposición final. El 25% de los accidentes ocurren durante su transporte y el otro 75% durante su manufactura o almacenamiento distribuyéndose de la siguiente forma: 52% durante el almacenamiento, el otro 15% durante el flujo del material por las tuberías y válvulas, 11% durante el proceso y el 21% restante durante otras actividades. Desafortunadamente existe poca información disponible de los accidentes con materiales, prueba de ello es que se desconoce alrededor del 13% de los orígenes de las descargas de todos los accidentes.

No todos los accidentes químicos ocasionan lesiones a los seres humanos, se sabe que sólo el 8% de los accidentes dan por resultado lesiones a las personas y alrededor del 10% de los accidentes ocasionan la muerte. ~~Esto no significa que no debamos estar conscientes acerca del impacto de los accidentes tecnológicos, ya que todos ellos tienen el potencial de dañar o quitar la vida y nunca se sabe cuál podrá provocar esto.~~

A lo largo de este documento se analizarán los riesgos que poseen las emergencias con materiales peligrosos y la necesidad de reducir y responder a estos riesgos mediante la aplicación de sistemas adecuados de manejo de estas sustancias. No se tratará sobre los riesgos particulares de las tecnologías para responder a las descargas de materiales peligrosos, en su lugar se mencionan las políticas de alternativas para los programas de emergencias químicas.

Un programa de emergencias químicas no es una actividad, sino que está constituido de muchas actividades. Por simplicidad dividiremos el programa en dos componentes, que son: Prevención y Respuesta, analizaremos cada uno por separado pero de hecho están íntimamente vinculados.

I. PREVENCIÓN

Todo mundo habla acerca de la prevención, pero en realidad la prevención es una meta imposible de alcanzar, lo que se puede hacer de cualquier forma es reducir los riesgos asociados con las emergencias químicas. Para entender las oportunidades de reducción de los riesgos se debe entender cómo fueron generados éstos.

En la práctica podemos apreciar como se inicia con una situación potencialmente peligrosa, tal como acontece en una industria en donde los materiales peligrosos se generan o utilizan, ya sea en el área de almacenamiento de materiales peligrosos, o durante la transportación de los mismos. Los riesgos que surgen de estas situaciones están en función de dos factores: las consecuencias de un accidente y la probabilidad de que un accidente pueda ocurrir. Un programa efectivo de reducción de riesgos debe estar dirigido a estos dos factores.

A. CONSECUENCIAS DE UN ACCIDENTE

Si ocurre un accidente, ¿Cuál será el resultado? ¿Cuáles serán sus consecuencias?

Las consecuencias están determinadas por tres factores:

La Toxicidad y flamabilidad del material descargado, la cantidad del material involucrado y los receptores, esto es quién y cuánta población pudo estar expuesta al material como resultado de la descarga. Para evaluar estos factores deben realizarse acciones concretas.

CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE

TOXICIDAD /
INFLAMABILIDAD

CANTIDAD DE
MATERIAL

POBLACION
EXPUESTA

1. TOXICIDAD

Claramente el impacto de una descarga es altamente dependiente de la toxicidad e inflamabilidad de la sustancia descargada. La pregunta forzosa en este punto es ¿hay alternativas para utilizar materiales peligrosos menos tóxicos o menos inflamables que puedan utilizarse en el proceso?. Los que pueden responder con mayor certeza a esta pregunta son las personas involucradas en la industria que se esté analizando en particular.

Algunas industrias han identificado con gran éxito y adoptado materiales que presentan menor riesgo en su manejo, algunas de ellas han sido para reducir las emisiones a la atmósfera pero al mismo tiempo se reducen las consecuencias del potencial de un accidente.

2. CANTIDAD

Otro factor crítico es la cantidad de material descargado. A pesar de que aún pequeñas descargas pueden causar efectos a la salud, todos los otros factores se comportan de igual forma, a mayor cantidad de descarga de un material tóxico mayores serán las consecuencias del accidente para la salud. El punto de control para reducir la cantidad descargada queda una vez más dentro de cada industria en particular.

Se pueden utilizar varias opciones de manejo y de diseño para reducir la cantidad de producto descargado. Una manera común es reducir la cantidad de inventarios almacenados en la instalación. Los inventarios pueden ser almacenados también en varios contenedores pequeños en lugar de uno grande, reduciéndose de esta manera el tamaño de la descarga de cada uno de los contenedores.

Es posible también realizar cambios en los procesos de producción para que no se utilicen volúmenes tan grandes de materiales durante el proceso. Puede diseñarse el proceso de producción de tal forma que pueda ser interrumpido en caso de una descarga durante el proceso y se pueden instalar sistemas de monitoreo para proporcionar alertas de inicio de descargas.

La importancia de reducir la cantidad descargada puede ser constatada en el problema de Bhopal en el que algunos expertos han estimado que muchas muertes pudieron ser evitadas si el volumen del metil isocianato almacenado en la industria hubiese sido reducido y almacenado en pequeños contenedores.

3. RECEPTORES.

Por supuesto que nuestro mayor interés no sólo son los materiales descargados, sino también el daño que puedan ocasionar a la salud de la población. Y esto trae consigo la tercera manera de reducir las consecuencias de los accidentes químicos: esto es mantener alejada a la gente del accidente. Una manera de realizar esto es ubicar a las industrias y en el caso de transporte es ubicar las rutas de transporte fuera de las zonas densamente pobladas. Esto es practicado muy frecuentemente por las industrias que manejan explosivos; pero esto se realiza en menor número por otro tipo de industrias.

Además de la toxicidad y de la cantidad, este control no sólo debe llevarse a cabo por la industria. A pesar de que una industria puede localizar sus instalaciones fuera de los centros de población, es responsabilidad del gobierno cuidar que el desarrollo de viviendas se mantenga alejado de las instalaciones industriales.

En Europa se realiza una zonificación, por lo que se establecen dos zonas en las industrias potencialmente peligrosas: la primera a un kilómetro de las instalaciones y la segunda a dos kilómetros de las mismas. Dentro del primer kilómetro no se permiten desarrollos habitacionales que puedan aumentar la población en riesgo. En la segunda zona, sólo se permite el desarrollo limitado tal como bodegas e industria ligera, pero no grandes desarrollos residenciales.

En los Estados Unidos de Norteamérica algunos estados han tomado acciones para reducir la exposición durante los accidentes químicos en transporte. En estos estados el transporte de materiales peligrosos sólo se permite en carreteras restringidas cuyas rutas rodean las áreas densamente pobladas.

Hay dos grupos de receptores que representan los grupos más críticos que frecuentemente se convierten en receptores: los obreros de la planta y los primeros en responder a las emergencias. Muchos de los muertos y heridos asociados con accidentes con materiales peligrosos generalmente son los obreros de las instalaciones donde ocurren las descargas, pero también los primeros en atender la emergencia pueden convertirse en víctimas, por lo que es necesario prevenir este tipo de eventualidades que suelen ocurrirles a los bomberos, voluntarios, policías, etc. proporcionándoles un adecuado entrenamiento sobre los riesgos implícitos en la manipulación de materiales peligrosos.

B. PROBABILIDAD DE UN ACCIDENTE

El otro factor que afecta los riesgos de una emergencia con materiales peligrosos es la probabilidad de que suceda un accidente. Los accidentes pueden ocurrir súbitamente, todo lo que se puede hacer es reducir la probabilidad de que éstos acontezcan, es decir minimizar los riesgos.

Reducir la probabilidad de que ocurra un accidente involucra cambiar los procesos de producción para reducir el número de puntos donde puede haber fallas o errores, designando sistemas de control dentro de la planta para que una descarga nunca llegue al ambiente y menos a la población circunvecina entrenando al personal en el manejo de los materiales peligrosos y en el equipo que se debe utilizar para evitar un problema mayor. Cabe destacar que un estudio realizado en los Estados Unidos de Norteamérica señaló que más del 60% de los accidentes en transporte y el 11% de los accidentes en las instalaciones se debieron a errores humanos.

C. EVALUACION DE RIESGO

El proceso que se utiliza para identificar y seleccionar los métodos para reducir tanto las consecuencias como las probabilidades de tener un accidente con materiales peligrosos se denomina Evaluación del Riesgo.

Una visión rápida del procedimiento se iniciaría con la identificación y categorización de cada una de las unidades de proceso de la planta. Una vez que se han identificado y agrupado estas unidades en categorías similares, el **analista podrá** identificar casos de descargas representativas para cada grupo de unidades. En otras palabras, se podrán detectar los diferentes tipos de fallas de cada unidad. El siguiente paso es calcular los volúmenes potenciales de descargas y las consecuencias de las mismas. Podrá entonces estimarse la probabilidad de que cada evento pueda ocurrir.

Por supuesto que este tipo de trabajo requiere de individuos que estén íntimamente familiarizados con el proceso de producción de la planta que se está analizando. Al realizar esta serie de pasos, estas personas podrán identificar formas para cambiar el diseño de la planta y formas de administración que puedan reducir las consecuencias y probabilidades de los accidentes tecnológicos. Esto les permite desarrollar la fase final del proceso, es decir el diseño de métodos de control.

SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

El transporte de Materiales y Residuos Peligrosos es una fuente primaria de riesgo a la exposición a sustancias tóxicas contaminantes. El vínculo entre el generador o el usuario de un 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.

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 y realizarlas adecuadamente (estas 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 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".

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

Es necesario que previo a la carga y descarga del material se determine la compatibilidad del mismo, para ello deberá consultarse la tabla de segregación de materiales.

El almacenamiento y transporte de materiales debe de tomar en cuenta el no mezclar materiales con características no compatibles, como se señala en los siguientes ejemplos:

- MATERIALES TOXICOS CON ALIMENTOS.

Esto conlleva a riesgos de contaminación de los alimentos y/o envenenamiento.

- MATERIALES COMBUSTIBLES CON OXIDANTES.

Riesgo de ignición de los materiales.

- EXPLOSIVOS CON FULMINANTES O DETONADORES.

Riesgo de explosión no controlada de los materiales.

- INFLAMABLES CON COMBUSTIBLES Y/O OXIDANTES

Riesgo de ignición de los materiales

- MATERIAL RADIATIVO CON NINGUN OTRO.

Riesgo de contaminación radiactiva de los materiales.

Otro punto de gran importancia es la compatibilidad del material con el recipiente que lo contiene, por lo que deberá verificarse de acuerdo a lo recomendado por el fabricante del producto.

Junto con la compatibilidad de los materiales, no deberá dejarse delato el Sinergismo de los mismos y que fueron diseñadas para aplicarse con ~~situaciones normales y no con las inesperadas. Aún los sistemas que se~~ considera que fueron diseñados para responder a las crisis como es el caso de los bomberos, no se puede esperar que respondan efectivamente a lo inesperado es decir al control de la descarga de materiales peligrosos en lugar de un incendio.

Una crisis se convierte secuencialmente en una cadena de reacciones Destacando los antagonismos superficiales y la gente comienza a buscar que las cosas se resuelvan de improviso. El desorden alimenta por si mismo el rompimiento de la comunicación y de la confianza. Las fuentes potenciales de auxilio se ven disminuidas y los individuos deben encarar el problema bajo mayor presión.

La finalidad de un programa de respuestas debe ser brindar orden dentro del caos. Gran parte de las respuestas son tácticas. Las necesidades básicas deben ser cumplidas y la llegada a ellas debe ser rápida. Los equipos de reconocidos especialistas acerca de los riesgos de los materiales peligrosos deben estar disponibles. Los sistemas de comunicación deben estar en su lugar para proporcionar la información básica a esos equipos y permitir la coordinación entre los grupos involucrados en la respuesta.

Estos cambios sólo se pueden alcanzar a través de una planeación y preparación avanzada. Esta planeación puede suceder en el nivel de la localidad en donde la emergencia está sucediendo, pero también puede estar apoyada por sistema de información y apoyo más amplios.

Un plan de contingencia preparado localmente es uno de los mejores medios para evitar una catástrofe así como las acciones realizadas por los primeros en dar la respuesta que determinan la gravedad de los efectos de un accidente. Un proceso simplificado de planeación se detalla a continuación.

Los encargados de realizar la planeación deben comenzar por evaluar los riesgos potenciales en su comunidad. El primer paso es desarrollar una lista de las instalaciones que pueden ser las fuentes generadoras de accidentes tecnológicos. Una vez que se han localizado las instalaciones el grupo de planeación debe identificar los riesgos específicos de cada instalación. Aquí es donde se presenta un aparente traslape entre la prevención y la respuesta. La evaluación realizada en la planta para reducir riesgos de accidentes tecnológicos puede ser una herramienta invaluable para desarrollar un plan de respuesta a emergencias a la localidad.

Cuando se han definido claramente los riesgos potenciales puede evaluarse la capacidad de respuesta disponible de la comunidad. Pueden existir previamente ya varias agencias de respuesta potencial. A nivel local se puede contar con bomberos, fuerzas policíacas, departamentos de salud, hospitales, unidades de protección civil, personal de industrias y organizaciones voluntarias. Grupos similares pueden existir a nivel estatal o federal. Todos estos grupos pueden ser identificados previamente así como su capacidad actual. También pueden identificarse las fuentes de información para responder a las emergencias tecnológicas.

Una vez que se conocen los riesgos potenciales y los recursos disponibles para hacer frente a esos riesgos, se podrá identificar donde hay necesidad de fortalecer e intensificar el programa de prevención, donde se considere que se deben realizar más acciones preventivas.

Al finalizar con los pasos anteriores la comunidad estará lista para elaborar e implementar un plan de respuesta. El plan debe identificar los procedimientos de notificación de emergencias, designar una agencia líder que coordine las actividades durante el evento, identificar sistemas y procedimientos de comunicación, describir procedimientos de evacuación, y definir las funciones de cada una de las agencias involucradas. El plan también debe contener los procedimientos que deben tomarse por los primeros en dar la respuesta, el equipo con el que deben contar y sus necesidades de entrenamiento. Además, el plan debe identificar para obtener y financiar las necesidades de equipo y de entrenamiento. Finalmente el plan debe identificar la información necesaria y una fuente de donde obtenerla.

Estos planes no necesariamente deben ser comunitarios ya que en algunos casos es deseable que sean planeados e implementados por los gobiernos federales o estatales. Un ejemplo claro de ello es la necesidad de mantener información disponible y actualizada del manejo de los materiales peligrosos, por lo que a nivel de una comunidad local es difícil tener y manejar la información de cientos de productos que se utilizan en esa localidad por eso en algunos países lo maneja el gobierno federal o bien las asociaciones de industriales nacionales, ya que se encuentran mejor equipadas para mantener tales sistemas y pueden suministrar eficientemente esa información local que requieren los primeros en atender la respuesta.

En algunos países las industrias han tomado el liderazgo como es el caso de los Estados Unidos. Por otra parte debido al accidente de Seveso en Italia en 1976, la comunidad Europea adoptó las directivas de Seveso las cuales señalan que los gobiernos miembros deben implementar programas de prevención y respuestas a accidentes químicos. En otros casos los gobiernos locales han tomado el liderazgo. en los Estados Unidos debido a la ausencia de un programa federal para la prevención de accidentes químicos, algunos estados han adoptado sus propios programas. Lo más importante es que un programa efectivo debe involucrar a la Industria, al Gobierno y a la Comunidad y sobre todo debe haber cooperación entre ellos.

La industria química debe estar involucrada en estos programas debido a que únicamente ellos tienen el conocimiento para diseñar y manejar los procesos de producción de tal forma que se reduzcan los riesgos de los accidentes químicos y además también pueden proporcionar a los gobiernos y a las comunidades la información que se requiere para dar una respuesta a las fugas o derrames.

El gobierno tiene la función y difícil tarea de determinar cuál es el riesgo aceptable de los accidentes químicos sabiendo que éste no se puede eliminar completamente ocasionando que ocurran emergencias químicas lo que se puede reducir es el riesgo del accidente químico. La pregunta entonces sería ¿qué cantidad de riesgo es el aceptable?. Deben realizarse algunas acciones para reducir el riesgo con un bajo costo pero conforme el riesgo se abate, los costos de reducirlo se incrementan.

No es posible considerar que el riesgo aceptable sea una decisión científica, a pesar de que la ciencia puede proporcionar información útil la decisión actual es política, debido a ello el riesgo aceptable puede y debe variar con el lugar y con el tiempo reflejando únicamente las condiciones económicas y del sistema. La elección no es simple y no se complace a todo el mundo. Sin embargo, debe tomarse una decisión.

Finalmente la comunidad debe estar involucrada en el programa de emergencias tecnológicas, para ello es necesario aplicar un buen programa de comunicación de riesgos, por medio del cual podrán conocer los riesgos con los que conviven diariamente e identificar razonablemente medidas para reducir estos riesgos.

CONCLUSIONES

- a) Un programa de emergencias tecnológicas tiene dos componentes: la reducción del riesgo y la respuesta.
- B) Los riesgos creados por los accidentes tecnológicos se pueden controlar, reduciendo las consecuencias de un accidente y disminuyendo la probabilidad de tener un accidente.
- C) Las emergencias químicas son situaciones de crisis y en ese momento los sistemas que normalmente funcionan para estos casos no responden del todo. Para evitarlo se deben planear acciones ya que cuando ocurren los canales de comunicación deben abrirse y tener información disponible así como personal capacitado listo para utilizar la información.
- D) Un programa efectivo debe involucrar a la industria, al gobierno y a la comunidad.
- E) Finalmente una de las decisiones más difíciles que están involucradas en este programa es considerar la aceptabilidad del riesgo. A pesar de que la

ciencia puede ayudar a tomar esta decisión, esta no resulta de índole científica sino más bien política, la que refleja las condiciones económicas y del sistema en cuestión. Es un buen ejercicio de reflexión considerar el tipo de riesgo que usted puede aceptar para su comunidad en la actualidad y para el futuro inmediato.

DESECHOS PELIGROSOS Y SALUD
EN
AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Preparado por

Dr. Henk de Koning
Asesor Regional, HPE

Ing. Alvaro Cantanhede
Asesor, CEPIS

Sra. Livia Benavides
Consultora

con el apoyo del

**Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
y Ciencias del Ambiente (CEPIS)**

Abril 1994

CUADRO I
La Clasificación Industrial Internacional Unificada (CIU)
y los desechos peligrosos típicos generados por la industria

CIU	Descripción	Desechos típicos generados
321	Textiles	Solventes residuales, desechos de tintes y acabado, aceites residuales no emulsionados, solventes no halogenados
3231	Cuero y productos de cuero	Lodo de curtido, grasas, aceites, lodo de tratamiento de aguas residuales, solventes halogenados y no halogenados
331	Madera aserrada y productos de madera	Solución mezclada alcalina y ácida, lodo de sedimento de fondos de tanques, lodo de tratamiento de efluentes, solventes no halogenados
34	Papel y productos afines	Solventes halogenados y no halogenados, lodos de metales pesados, lodos ácidos, aceites residuales, sedimentos de fondos de tanques, resinas y tintas
3511 3512 352	Productos químicos y afines	Solventes halogenados y no halogenados, aceites residuales, soluciones ácidas y alcalinas, lodos de metales pesados, solventes inorgánicos, hidrocarburos clorados, fenoles, resinas líquidas, ácidos, desechos de bacterias y biológicos, desechos animales y sanguíneos, desechos infecciosos, lodos de pinnura y sólidos, fondos de destiladores, desechos de plaguicidas, aceite de petróleo, residuos de tinta
353 354	Productos de petróleo y de carbón	Lodos y soluciones alcalinas, catalizadores usados, ácidos usados, arcillas aceitosas, soluciones ácidas, sólidos inorgánicos, aceites residuales, solventes halogenados y no halogenados, fenoles, sustancias cáusticas usadas
3513	Goma y plásticos	Aceites de procesos aromáticos, solventes halogenados y no halogenados, hidrocarburos de petróleo, sólidos y lodos fenólicos, aceites residuales, desechos de pinnura, plásticos, resinas
37	Metales primarios	Lodos con metales pesados, licores de baños limpiadores de metales, soluciones ácidas, desechos de neutralización cáustica, soluciones ácidas y alcalinas, aceites residuales, lodos del acabado de metales, solventes halogenados y no halogenados, sólidos inorgánicos, lodos de depuración
381	Productos metálicos fabricados	Solventes halogenados y no halogenados, lodo de pinnuras, lodos de metales pesados, soluciones ácidas y alcalinas, cianuros, aceites residuales, desechos altamente tóxicos, solventes halogenados, fondos de destiladores halogenados, aceites emulsionados, sustancias orgánicas policloradas, desechos explosivos, lodos inorgánicos

CIU	Descripción	Desechos típicos generados
382	Maquinaria (excepto eléctrica)	Aceites residuales, soluciones ácidas y alcalinas, desechos de pintura, solventes halogenados y no halogenados, lodos de metal pesado
383	Maquinaria eléctrica y electrónica	Solventes halogenados y no halogenados, soluciones de metal pesado, soluciones ácidas y alcalinas, aceites residuales, soluciones de cianuro, soluciones fenólicas, lodos del acabado de metales, sólidos orgánicos, lodos metálicos tóxicos
384	Equipo de transporte	Aceites residuales, lodos con metales pesados, lodos de pintura, solventes clorados y no clorados, lodos de baños limpiadores de metales, soluciones de pintura, soluciones halogenadas y no halogenadas, sólidos o lodos con PCB, fondos de desulfuradores halogenados, soluciones ácidas y alcalinas, combustible de aviones a chorro y cohetes

Fuente: Environment Canada, 1984 (modificado)

Los desechos provenientes de la atención de salud pueden clasificarse en ocho categorías principales: desechos generales, desechos anatomopatológicos, desechos radiactivos, desechos químicos, desechos infecciosos y potencialmente infecciosos, desechos farmacéuticos, objetos punzocortantes y envases a presión. Todas estas categorías de desechos pueden surgir en una amplia variedad de establecimientos de atención de salud: hospitales, consultorios, establecimientos de atención de salud a largo plazo, servicios de apoyo. Las categorías de desechos que pueden ser producidos por determinados tipos de servicios de atención de salud se presentan en el Cuadro II.

Hay otras consideraciones cuando se adopta un esquema de clasificación que está en relación más directa con el desarrollo de programas nacionales de control de desechos peligrosos, a saber:

- * dejar que la autoridad que controla los desechos emplee su conocimiento de la actividad industrial para formular una lista preliminar de desechos peligrosos;
 - * identificar los desechos peligrosos de modo que sea compatible con la aplicabilidad de las tecnologías de recuperación, tratamiento y eliminación;
- y



**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 ESPECIALES,
INDUSTRIALES Y HOSPITALARIOS**

TEMA 17: ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

ING. M. ANGEL DE LA ROSA

UNAM - AMCRESPAC

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA**

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

MODULO II

TEMA

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

CONTENIDO

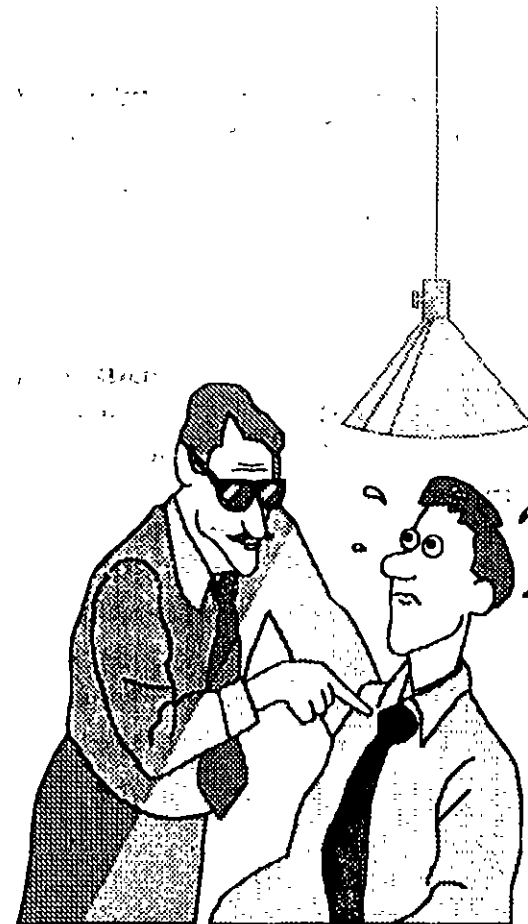
- **Conceptos Generales**
- **Marco Legal Aplicable**
- **Requerimientos de Control y Construcción**
- **Sistemas de Identificación**
- **Conclusiones**

CONCEPTOS GENERALES

- **Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.
- **Propiedades de los materiales y residuos peligrosos:** Los materiales y residuos peligrosos presentan propiedades básicas ya sea individualmente o en cualquier combinación, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológicos y radioactivos.
- **Sistema de identificación para materiales peligrosos:** Forma de expresión gráfica conteniendo símbolos, números, textos o letras para identificar el material o residuo peligroso que se transporta en su embalse y embalaje.
- **Etiqueta:** Cualquier señal o símbolo escrito, impreso o gráfico visualizado o fijado para determinar el manejo del producto.
- **Clasificación de Residuos - Almacenamiento temporal:**
 - Líquidos - Clasificados de acuerdo a su flash point - Clase A1, 2, 3
 - Clase B
 - Lodos y emulsiones - Residuos viscosos
 - Sólidos - No contienen líquidos
 - Residuos peligrosos conteniendo PCB's - líquidos conteniendo PCB's
 - Otros - Sustancias en pequeños volúmenes.

MARCO LEGAL NORMATIVO

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos
 - Cap. I. Art. 4
 - Cap. II. Art. 8
 - Cap. III. Art. 10, 13, 15, 16 y 17
- Normas oficiales mexicanas (NOM's)



MARCO LEGAL APLICABLE

APLICABLES A RESIDUOS

1. NOM-CRP-005-ECOL1993 - Compatibilidad para almacenamiento de residuos.
2. NOM-024-SCT-2/1994 - Diseño y fabricación de contenedores para residuos peligrosos.
3. NOM-005-STPS-1993 - Distancias entre pasillos y materiales en áreas de almacenamiento.

GENERALES

1. NOM-005-STPS-1993 - Almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.
2. NOM-049-SSA 1-1993 - Especificaciones de construcción y diseño para almacenamientos de pesticidas.
3. NOM-044-SSA 1-1993 - Diseño de contenedores para transporte y almacenamiento temporal de pesticidas.
4. NOM-016-STPS-1993 - Ventilación para áreas de trabajo, para evitar incendios o explosiones.
5. Reglamento de S e H en el T. - Reglamentación general sobre seguridad e higiene en el Trabajo.
Instructivo N° 2 - Relativo a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en centros de trabajo.
Instructivo N° 4 - Relativo a sistemas de protección y dispositivos de seguridad y equipo en centros de trabajo.
Instructivo N° 10 - Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral.

REQUERIMIENTOS DE CONTROL Y CONSTRUCCION

CONTROL

- Disponer de medidas de seguridad para proteger trabajadores.
- Elaborar por escrito los procedimientos de seguridad.
- Informar al personal la forma de manejo y riesgos del material.
- Dotar a los trabajadores del equipo de protección.
- Identificar las zonas de riesgo.
- Instalar sistemas de detección y control para vapores, gases.

CONSTRUCCION

- Las paredes, pisos y techos deben ser de materiales resistentes al fuego.
- Instalar ventilación para evitar el riesgo.
- Colocar avisos de manejo y seguridad en lugares visibles.
- Instalar salidas de emergencia y equipo contra incendio.
- Las tuberías deberán estar identificadas.
- Contar con arrestadores de flama.

(No aplicables a residuos biológico infeccioso, explosivos, residuos radioactivos y cilindros a presión)



SISTEMA DE IDENTIFICACION DE MATERIALES PELIGROSOS

NOM-114-STPS- 1994 SISTEMA PARA LA IDENTIFICACION Y COMUNICACION DEL RIESGO POR SUSTANCIAS QUIMICAS EN EL CENTRO DE TRABAJO.

INDICA:

- SEÑALIZACION
- EQUIPO DE PROTECCION
- CAPACITACION Y COMUNICACION
- HOJAS DE SEGURIDAD DE DATOS

Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos

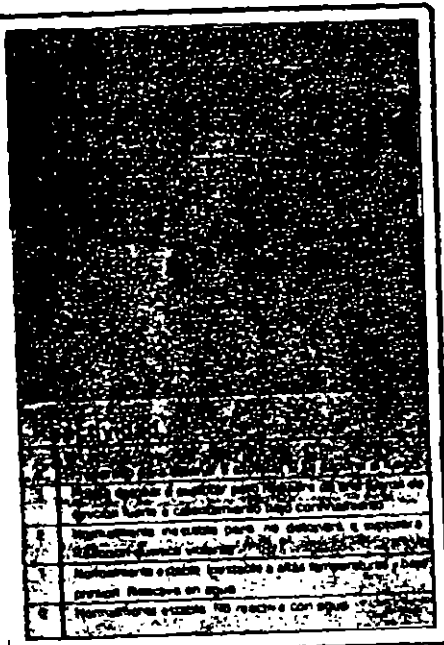
NOMBRE



EPP

Grado de Riesgo

4	Muy Grave
3	Serio
2	Moderado
1	Ligero
0	Minimo



INDICE DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL			
A		G	
B		H	
C		I	
D		J	
E		K	
F		X	<p>Pida a Su Supervisor las Instrucciones Especiales de Manejo de Materiales Peligrosos</p>

RIESGO ESPECIAL

- ALC** Sustancia Alcalina
- ACID** Sustancia Acida
- CORR** Sustancia Corrosiva
- Sustancia Radioactiva
- W** Reacciona con el agua
- OXI** Sustancia Oxidante

Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos

Nombre De La Sustancia

Reactividad

Equipo de Protección Personal

Riesgo Especial

Grado de Riesgo

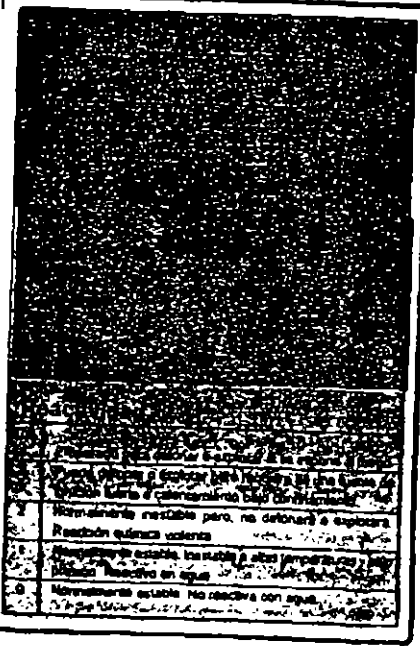
4 Muy Grave

3 Serio

2 Moderado

1 Ligeró

0 Mínimo



INDICE DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

A		G	
B		H	
C		I	
D		J	
E		K	
F		X	<p>Fle a Su Supervisor las instrucciones Especiales de Etiquado de Materiales Peligrosos</p>

RIESGO ESPECIAL

ALC Sustancia Alcalina

ACID Sustancia Acida

CORR Sustancia Corrosiva



Sustancia Radioactiva

***** Reacciona con el agua

OXI Sustancia Oxidante

CLASS

CLASS OF LIQUID OR SOLID, PLACARD WEIGHT, NOTES, 2.1, 2.2, 2.3 GAS ZONE A, 2.3 GAS OTHER THAN ZONE A, 3, 4.1, 4.2, 4.3, 6.1, 6.2, 6.3, LIQUIDS PG I ZONE A, PG II ZONE A

EXPLOSIVES *Add Division number and compatibility group	1.1 1.2	Any QUANTITY	A	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	1.3	Any QUANTITY		*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EXPLOSIVES *Add Compatibility group	1.4	1001 Lbs.		*	*	*	*	*	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
VERY INSENSITIVE EXPLOSIVES	1.5	1001 Lbs.	A	*	*	*	*	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EXTREMELY INSENSITIVE EXPLOSIVES	1.6	1001 Lbs.		*	*	*	*	*											
FLAMMABLE GASES	2.1	1001 Lbs.		X	X	O	X		X	O								O	O
NON-TOXIC NON-FLAMMABLE GASES	2.2	1001 Lbs.	B	X			X												
POISON GAS ZONE A	2.3	Any QUANTITY		X	X	O	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X
POISON GAS OTHER THAN ZONE A	2.3	Any QUANTITY		X	X	O	X	O				O	O	O	O	O	O	O	O
FLAMMABLE LIQUIDS	3	1001 Lbs.		X	X	O	X		X	O					O			X	
FLAMMABLE SOLIDS	4.1	1001 Lbs.		X			X		X	O								X	
SPONTANEOUSLY COMBUSTIBLE	4.2	1001 Lbs.		X	X	O	X		X	O								X	
DANGEROUS WHEN WET MATERIALS	4.3	Any QUANTITY		X	X		X		X	O								X	
OXIDIZERS	5.1	1001 Lbs.	A	X	X		X		X	O								X	
ORGANIC PEROXIDES	5.2	1001 Lbs.		X	X		X		X	O								X	
POISONOUS LIQUIDS PG I ZONE A INHALATION HAZARD	6.1	Any QUANTITY	E	X	X	O	X	O				X	X	X	X	X	X	X	X
RADIOACTIVE MATERIALS III	7	Any QUANTITY		X			X	O											
CORROSIVE LIQUIDS	8	1001 Lbs.		X	X	O	X	O	X	O			O	X	O	O	O	O	X

§172.648 (c) INSTRUCTIONS FOR USE IN THE SEGREGATION TABLE FOR HAZARDOUS MATERIALS ARE AS FOLLOWS:

- The absence of any hazard class or division or a blank space in the Table indicates that no restrictions apply.
- The letter "O" in the Table indicates that these materials may not be loaded, transported, or stored together in the same transport vehicle or storage facility during the course of transportation.
- The letter "X" in the Table indicates that these materials may not be loaded, transported, or stored together in the same transport vehicle or storage facility during the course of transportation unless separated by a distance of 1.2 m (4 feet) in all directions and packages maintained, such as in a tank, at a minimum height of 10 cm off the floor of the transport vehicle, or separated in a manner that, in the event of leakage, fire, or explosion, normally essential to transportation, commingling of hazardous materials will not occur. Hazardous materials in the same class or division may be loaded above Class 8 (Corrosive) liquid materials or Class 9 (Miscellaneous) materials.
- The letter "A" in the Table indicates that segregation among Classes 1 (Explosives) materials is governed by the compatibility table in paragraph (f) of this section.
- The letter "E" in the Table means that, notwithstanding the requirements of the letter "X", ammonium nitrate (where it may be present) or stored with Division 1.1 (Class 1 Explosives of Division 1.5 - blasting agents) materials.
- When the §172.101 Table of the Subchapter requires a package to bear a subsidiary hazard label, segregation appropriate to the subsidiary hazard must be observed when that segregation is more restrictive than that required by the primary hazard. However, hazardous materials of the same class may be loaded together without regard to segregation required by secondary hazards if the materials are not capable of reacting dangerously with each other and causing combustion or dangerous evolution of heat, evolution of flammable, poisonous, or toxic gases, or evolution of corrosive or volatile materials.

CLASS 3 COMBUSTIBLE LIQUIDS	Over 119 Gal.	C
CLASS 6.1 POISONOUS LIQUIDS OR OTHER THAN PG I INHALATION HAZARD PG II HARMFUL (Inhalation)	1001 Lbs.	C, E
CLASS 9 MISCELLANEOUS	1001 Lbs.	C, D

NOTES

- See instructions (§172.648 a).
- For domestic transportation of oxygen compressed or oxygen refrigerated liquid, the only placard may be used in place of NON-FLAMMABLE GAS placard (§172.504/507).
- For domestic transportation, a Class 9 package is not required if the package contains a Class 8 material in a quantity less than the maximum net weight of 1000 kg (2200 lbs) for each of the following:
 - (1) A package containing a Class 8 material in a quantity less than the maximum net weight of 1000 kg (2200 lbs) for each of the following:
 - (a) A package containing a Class 8 material in a quantity less than the maximum net weight of 1000 kg (2200 lbs) for each of the following:
 - (i) A package containing a Class 8 material in a quantity less than the maximum net weight of 1000 kg (2200 lbs) for each of the following:
 - (A) Division 1.1 (Explosives)
 - (B) Division 1.2 (Explosives)
 - (C) Division 1.3 (Explosives)
 - (D) Division 1.4 (Explosives)
 - (E) Division 1.5 (Explosives)
 - (F) Division 1.6 (Explosives)
 - (G) Division 2.1 (Flammable Gases)
 - (H) Division 2.2 (Non-Flammable Gases)
 - (I) Division 2.3 (Gases)
 - (J) Division 3 (Flammable Liquids)
 - (K) Division 4.1 (Flammable Solids)
 - (L) Division 4.2 (Spontaneously Combustible)
 - (M) Division 4.3 (Dangerous When Wet)
 - (N) Division 5.1 (Oxidizers)
 - (O) Division 5.2 (Organic Peroxides)
 - (P) Division 6.1 (Poisonous Liquids)
 - (Q) Division 6.2 (Poisonous Solids)
 - (R) Division 6.3 (Poisonous Gases)
 - (S) Division 7 (Radioactive Materials)
 - (T) Division 8 (Corrosives)
 - (U) Division 9 (Miscellaneous)

- 6.2 INFECTIOUS SUBSTANCE (Labels only)
- RADIOACTIVE I, II (Labels only)
- ORM-D
- Any hazardous material identified on shipping papers as a "limited quantity."

§172.505 PLACARDING FOR SUBSIDIARY HAZARDS



which may be required by §172.504 or §172.505 for each transport vehicle, portable tank, freight container, or tank car (1001) containing a subsidiary hazard is a secondary hazard placard which must be used in addition to the primary hazard placard. Each transport vehicle, portable tank, freight container, or tank car (1001) containing a subsidiary hazard is a secondary hazard placard which must be used in addition to the primary hazard placard. Each transport vehicle, portable tank, freight container, or tank car (1001) containing a subsidiary hazard is a secondary hazard placard which must be used in addition to the primary hazard placard.

